



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**APLICACIÓN DEL MÉTODO PCI PARA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL  
PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA VILLA HERMOSA, DISTRITO DE  
PAUCARPATA, AREQUIPA 2021**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

**Bach. Monrroy Garrido, José Arturo (ORCID: 0000-0002-0411-2849)**

**ASESORA:**

**Mag. Bonilla Vera, Ericka Claudia (ORCID: 0000-0001-7244-7635)**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**VÍAS – PAVIMENTOS URBANOS**

**CALLAO – PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

A mi madre, por su constante e incondicional apoyo.

A mi gran amor Yaniss y mi hijo Thiago, mi soporte y motivación.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi asesora, por brindarme los conocimientos y lineamientos necesarios para desarrollar este trabajo.

A todos mis docentes por sus enseñanzas y profesionales con los que tuve la oportunidad de compartir experiencias y conocimientos.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VII
RESUMEN .....	IX
ABSTRACT .....	X
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	2
1.1.1. PROBLEMA PRINCIPAL.....	2
1.1.2. PROBLEMAS SECUNDARIOS .....	2
1.2. OBJETIVOS DEL TRABAJO.....	2
1.2.1. OBJETIVO GENERAL .....	2
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
II. MARCO TEÓRICO .....	3
2.1. ANTECEDENTES NACIONALES .....	3
2.2. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	9
2.3. BASES TEÓRICAS.....	11
2.3.1. DEFINICIÓN DE UN PAVIMENTO .....	11
2.3.2. CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTOS .....	11
2.3.3. FALLAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES .....	13
2.3.4. CLASIFICACIÓN DE FALLAS COMUNES EN PAVIMENTOS FLEXIBLES.....	16
III. METODOLOGÍA.....	26
3.1. APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA PCI EN PAVIMENTOS FLEXIBLES.....	26
3.1.1. INTRODUCCIÓN.....	26
3.1.2. ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI).....	26
3.1.3. PROCEDIMIENTO PARA EVALUAR EL ÍNDICE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO .....	28
3.2. DESARROLLO DEL TRABAJO .....	31
3.2.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	31
3.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA.....	32
3.2.3. ACTIVIDADES REALIZADAS Y TIEMPO DE DESARROLLO DEL TRABAJO .....	32
IV. RESULTADOS .....	47

4.1.	PARÁMETROS DE EVALUACIÓN .....	50
4.2.	ÍNDICE DE CONDICIÓN.....	58
4.3.	CONDICIÓN DEL PAVIMENTO.....	58
4.4.	PROPUESTA DE INTERVENCIÓN .....	61
V.	CONCLUSIONES .....	62
VI.	RECOMENDACIONES.....	63
VII.	REFERENCIAS .....	64
VIII.	DECLARACION JURADA.....	68
IX.	ANEXOS.....	69
9.1.	TABLAS DE REGISTRO PCI .....	69
9.2.	CURVAS DE VALORES DEDUCIDOS – METODO DEL PCI.....	80
9.3.	CURVA DE VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS .....	89
9.4.	PANEL FOTOGRAFICO EN CAMPO .....	90

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Severidad en falla por huecos. ....	24
Tabla N° 02: Rangos y clasificación del valor del PCI .....	27
Tabla N° 03: Longitud de unidades de muestreo según el ancho de vía. ....	28
Tabla N° 04: Densidad vs. Valor deducido para interpolación de datos. ....	44
Tabla N° 05: Cálculo del valor deducido corregido. ....	44
Tabla N° 06: Datos ordenados para ingresar al software. ....	47
Tabla N° 07: Parámetros de evaluación del pavimento. ....	51
Tabla N° 08: Cuadro de resumen del metrado de fallas (Prog. 0+000.00 @ 1+240.00). ...	57
Tabla N° 09: Índice de condición del pavimento (PCI) (Prog. 0+000.00 @ 1+240.00). ....	58
Tabla N° 10: Clasificación de acuerdo con el Índice de Condición del Pavimento (PCI) (Prog. 0+000.00 @ 1+240.00). ....	59
Tabla N° 11: Porcentaje que representa cada clasificación de pavimento (Prog. 0+000.00 @ 1+240.00). ....	60
Tabla N° 12: Alternativas de solución por fallas en pavimentos. ....	61

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01: Comportamiento de un pavimento flexible.....	11
Figura N° 02: Sección regular de un pavimento flexible. ....	12
Figura N° 03: Sección regular de un pavimento rígido. ....	12
Figura N° 04: Sección regular de un pavimento mixto.....	13
Figura N° 05: Fallas en pavimentos flexibles.....	16
Figura N° 06: Falla por piel de cocodrilo.....	17
Figura N° 07: Falla por agrietamiento en bloque. ....	18
Figura N° 08: Falla por abultamiento. ....	18
Figura N° 09: Falla por hundimiento. ....	19
Figura N° 10: Falla por depresión.....	20
Figura N° 11: Falla por grieta de borde. ....	21
Figura N° 12: Falla por grieta longitudinal.....	22
Figura N° 13: Falla por grieta transversal. ....	22
Figura N° 14: Falla por parcheo.....	23
Figura N° 15: Falla por huecos.....	24
Figura N° 16: Falla por desprendimiento de agregados. ....	25
Figura N° 17: Ubicación política de la Av. Miguel Grau, Paucarpata, Arequipa.....	31
Figura N° 18: Avenida Villa Hermosa, Paucarpata, Arequipa.....	33
Figura N° 19: Prog. 0+000.00 @ 0+040.00, 0+120.00 @ 0+160.00, 0+280.00 @ 0+320.00 y 0+360.00 @ 0+400.00.....	34
Figura N° 20: Prog. 0+440.00 @ 0+480.00, 0+560.00 @ 0+600.00, 0+640.00 @ 0+680.00 y 0+720.00 @ 0+760.00.....	35
Figura N° 21: Prog. 0+880.00 @ 0+920.00, 1+000.00 @ 1+040.00 y 1+160.00 @ 1+200.00.....	35
Figura N° 22: Identificación de fallas en campo.....	36
Figura N° 23: Formato para muestreo y unidades de muestra. ....	38
Figura N° 24: Formato para identificación de fallas y cuantificación numérica. ....	39
Figura N° 25: Formato para la evaluación del PCI del pavimento. ....	40
Figura N° 26: Formato para el cálculo del valor deducido según el tipo de falla.....	42
Figura N° 27: Ábaco para el cálculo de los valores deducidos. ....	43
Figura N° 28: Ábaco para el cálculo del valor deducido corregido.....	45
Figura N° 29: Evaluación del pavimento a través del software EvalPavCar (Hoja de datos). ....	48
Figura N° 30: Evaluación del pavimento a través del software EvalPavCar (Resumen)...	49
Figura N° 31: Distribución de daños (Prog. 0+000.00 @ 1+240.00) – Piel de cocodrilo...	52

Figura N° 32: Distribución de daños (Prog. 0+000.00 @ 1+240.00) – Agrietamiento en bloque. ....	52
Figura N° 33: Distribución de daños (Prog. 0+000.00 @ 1+240.00) – Abultamientos y hundimientos. ....	53
Figura N° 34: Distribución de daños (Prog. 0+000.00 @ 1+240.00) – Depresión.....	53
Figura N° 35: Distribución de daños (Prog. 0+000.00 @ 1+240.00) – Grieta de borde. ...	54
Figura N° 36: Distribución de daños (Prog. 0+000.00 @ 1+240.00) – Grietas long. y transversales. ....	54
Figura N° 37: Distribución de daños (Prog. 0+000.00 @ 1+240.00) – Parcheo.....	55
Figura N° 38: Distribución de daños (Prog. 0+000.00 @ 1+240.00) – Huecos. ....	55
Figura N° 39: Distribución de daños (Prog. 0+000.00 @ 1+240.00) – Desprendimiento de agregados. ....	56
Figura N° 40: Porcentaje de acuerdo con la clasificación del pavimento (Prog. 0+000.00 @ 1+240.00) .....	60

## RESUMEN

El presente trabajo se basa en la evaluación del pavimento flexible en la avenida Villa Hermosa del distrito de Paucarpata, el cual se encuentra ubicado en una zona altamente transitada, con una antigüedad menor a 15 años de construcción y que actualmente está en funcionamiento, por lo que, en base a datos recaudados en campo, se analizó mediante el método del PCI (Índice de condición del pavimento).

Debemos indicar que el trabajo se enfoca en obtener los daños y la severidad de estos, para así poder determinar el estado del pavimento en estudio, obteniendo propuestas y soluciones según los casos encontrados.

El método del PCI nos permitió observar la secuencia y variedad de fallas con las que cuenta la estructura existente, por lo tanto, al evaluar el estado de la carpeta asfáltica, su condición final señala que, en la mayoría de sus tramos, requiere tratamientos de rehabilitación y reconstrucción (mantenimiento) para su conservación.

Finalmente, se desarrolla una tabla numérica por medio de un software reconocido, la cual permite evaluar cualquier tramo de pavimento según la necesidad del especialista en suelos y pavimentos, donde quiera que se encuentre siempre que emplee de manera adecuada los criterios mostrados en la normativa vigente.

Palabras clave: Índice de condición del pavimento, daños, severidad.

## **ABSTRACT**

This work is based on the evaluation of the flexible pavement on Villa Hermosa avenue of the Paucarpata district, which is located in a highly trafficked area, less than 15 years old in construction and is currently in operation, therefore which, based on data collected in the field, was analyzed using the PCI method (Pavement Condition Index).

We must indicate that the work focuses on obtaining the damages and their severity, in order to determine the state of the pavement under study, obtaining proposals and solutions according to the cases found.

The PCI method allowed us to observe the sequence and variety of faults that the existing structure has, therefore, when evaluating the state of the asphalt layer, its final condition indicates that, in most of its sections, it requires treatments of rehabilitation and reconstruction (maintenance) for its conservation.

Finally, a numerical table is developed by means of a recognized software, which allows to evaluate any stretch of pavement according to the need of the specialist in soils and pavements, wherever it may be, provided that the criteria shown in the current regulations are adequately used.

Keywords: Pavement condition index, damage, severity.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Con el pasar del tiempo, la infraestructura vial se ha transformado en un aspecto básico para el avance social en distintos y muchos puntos del país en el que habitamos.

Sin duda alguna, las vías aportan al desarrollo y a la economía de zonas urbanas y rurales, es por este motivo que se requiere cada vez más, aumentar la demanda de calidad de estos medios de comunicación.

En distintos lugares del país, las fallencias en la construcción y mantenimiento de vías, son el principal motivo de falla temprana de un pavimento, también se encuentran los malos estudios previos y diseños, es por ello que funcionarios a cargo de gestionar este tipo de proyectos conjuntamente con profesionales competentes, deberán buscar maneras de complementar aspectos, experiencias y conocimientos, con el fin de disminuir estos casos que, en hechos reales, son perjudiciales para la sociedad.

El presente tema en estudio tiene como objetivo dar a conocer un modelo de evaluación de pavimentos flexibles construidos, el cual, mediante inspecciones visuales, experiencia y distintos criterios, tomará de forma numérica las fallas presentadas en las vías, obteniendo así el estado real y actual en el que se encuentra la estructura.

La metodología en aplicación es conocida como el método del PCI (Pavement Condition Index) por sus siglas en inglés. Dicho método, Índice de Condición del Pavimento en castellano, consiste en ubicar áreas bien identificadas y definidas de estudio, las cuales serán evaluadas para conseguir la información requerida, procesarla mediante métodos numéricos, y finalmente obtener el estado del pavimento, en una escala del 100 al 0, la cual refiere textualmente a situación buena, regular y pésima.

El presente estudio, se encuentra delimitado por el inicio y el fin de la Av. Villa Hermosa, ubicada en el PPJJ Miguel Grau, en el distrito de Paucarpata, Arequipa, Arequipa, la cual, requiere de una evaluación, ya que es una vía principal en la zona cuya extensión va un poco más allá de los 1200 metros lineales y que presenta deficiencias en su superficie de rodadura como son fisuras y grietas de manera transversal y longitudinal, agrietamiento por bloques, piel de cocodrilo, baches, huecos, entre otras.

## **1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.1.1. PROBLEMA PRINCIPAL**

¿Se podrá evaluar el estado actual y el deterioro que presenta la vía asfaltada en la Av. Villa Hermosa a través de la metodología del PCI?

### **1.1.2. PROBLEMAS SECUNDARIOS**

- ¿Cuáles serán los principales daños y la medida de severidad de cada uno en la capa de rodadura de la estructura vial en la Av. Villa Hermosa?
- ¿Cuál será el PCI de los tramos analizados según el tamizado (muestreo) realizado?
- ¿Cuáles serán las mejores alternativas de reparación y mantenimiento en la vía en estudio según los resultados obtenidos?

## **1.2. OBJETIVOS DEL TRABAJO**

### **1.2.1. OBJETIVO GENERAL**

Verificar la condición actual y deterioro que presenta la vía asfaltada en la Av. Villa Hermosa aplicando la metodología PCI.

### **1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Ubicar las irregularidades y obstrucciones superficiales, además de los niveles de severidad en la capa asfáltica de la estructura en la Av. Villa Hermosa.
- Obtener el estado de deterioro en cada unidad de muestra identificada y analizada mediante métodos establecidos.
- Obtener y presentar alternativas de reparación y mantenimiento de acuerdo con la necesidad de la vía.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES NACIONALES

- Coari Pelinco, E. (2017, p. 18), mediante la tesis denominada **“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PCI PARA LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. AVIACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA EN EL 2017”**, señala que, “actualmente, los pavimentos asfaltados en Juliaca se pueden apreciar en mal estado, y que son los mismos que perjudican a las personas que hacen uso de estos medios. En esta ciudad, la mayoría de los accesos no cuentan con vías pavimentadas, y las que, si las tienen, están entre regular y mal estado y con un bajo índice de condición por lo que, a consecuencia de esta adversidad, las masas vehiculares de manera fluida sufren fallas debido a la enorme cuantificación de irregularidades encontradas en las vías.

Por este motivo, es que se lleva a cabo la ejecución de un estudio y análisis minucioso de las vías ubicadas en la av. Aviación en Juliaca, ya que, se observan fallas superficiales a lo largo de toda su extensión, que con el paso de los años, aumentaron sus niveles de severidad debido a que, en muchos casos, las autoridades a cargo no se interesaron en intervenir de modo adecuado y preventivo cuidando así las vías y a los usuarios de estas, así como la no estimación del tiempo de vida útil del pavimento construido y la ausencia de planes de conservación vial así como de sensibilidad y cuidado de estos medios de comunicación.

Todo esto en conjunto, nos lleva por el camino de iniciar el proceso de determinación del estado actual de la conservación del pavimento flexible de la av. Aviación en Juliaca, aplicando el método del PCI, con la finalidad de encontrar la clasificación, extensión y severidad de los daños localizados, para así, poder establecer la manera más adecuada de intervención en estas vías, brindando al usuario el confort deseado”.

- Tacza Herrera, E. y Rodríguez Páez, B. (2018, p. 13), a través de la investigación llamada: **“EVALUACIÓN DE FALLAS MEDIANTE EL MÉTODO PCI Y PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE INTERVENCIÓN PARA MEJORAR LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL CARRIL SEGREGADO DEL CORREDOR JAVIER PRADO”**, indican que, “debido a la mala gestión brindada en esta oportunidad por las autoridades

locales, es que las vías principales de la zona, se encuentran en pésimo estado, y que a causa de la ausencia de planes de conservación y/o sensibilización vial, son los usuarios los afectados directamente al transitar por la misma.

Se hace mención, además, que en la actualidad tenemos varios métodos de análisis de daños en vías pavimentadas (pavimentos rígidos y flexibles), los mismos que nos brindarán la información que necesitemos sobre la condición de serviciabilidad con la que se cuenta y que, permitirán obtener el estado actual para así ofrecer alternativas de mejoras en el diseño, construcción y/o mantenimiento de ser el caso.

El trabajo realizado, tiene entre sus objetivos, aplicar la metodología más empleada para el estudio de fallas y daños superficiales en la capa de rodadura de los pavimentos, para así, encontrar su estado operacional y poder establecer la forma más adecuada de mantenimiento que se puede emplear en la calzada, además de la solución a las fallas encontradas en el mismo”.

- Payé Puma, S. (2019, p. 115), mediante la investigación realizada denominada **“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL CON LA METODOLOGÍA PCI DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DETERIORADO POR LA TRANSITABILIDAD Y FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE DRENAJE EN LA AV. TACNA DE LA CIUDAD DE JULIACA”**, concluye que, “el rendimiento y performance estructural de una vía pavimentada, se deberá evaluar de forma continua y permanente, teniendo en consideración distintos aspectos como el uso y transitabilidad de la vía y la funcionabilidad de los drenajes en la zona, con la finalidad de prevenir la generación de daños mediante actividades de mantenimiento y capacidad de recuperación de vías, manteniendo así un buen índice de serviciabilidad para los usuarios”.
- Sullca Esplana, E. (2016, p. 20), mediante la tesis denominada **“EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DEL PAVIMENTO SEGÚN LA NORMA PERUANA DE PAVIMENTOS, DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCION CARRETERA HUANCVELICA - LIRCAY, PERIODO 2016”**, menciona que “en toda obra del rubro de la ingeniería civil, se necesita de un correcto control de calidad durante todo el proceso de la misma, esto garantizará el éxito deseado del proyecto al haber respetado los alcances, especificaciones técnicas, planos, entre otros documentos de relevancia. Para

esto, es necesario contar con un control fidedigno en cada control realizado tanto en campo como en laboratorio, lo que permitirá a nuestro proyecto encontrarse dentro de los requerimientos deseados”.

- Gamboa Allauca, J. y Jara Valverde, J. (2019, p. 32), a través de la tesis de investigación nombrada como **“APLICACIÓN DEL MÉTODO PCI EN LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CRUCE HUANCHAC SUBIDA AL PINAR, INDEPENDENCIA – HUARAZ – 2019”**, recomienda que “si se quiere realizar el procedimiento de obtención de datos y su procesamiento mediante cálculos matemáticos en una estructura vial, es necesario trabajar en una matriz de cálculo para guiar a los técnicos y profesionales involucrados en el proceso de desarrollo de la investigación para después, colocar la información en formatos A4 donde se defina la metodología aplicada para el levantamiento y procesamiento de datos.

Es necesario, además, salvaguardar la integridad física del personal encargado, por lo que estos deberán contar con sus respectivos implementos de seguridad para trabajar de manera eficiente”.

- Becerra Posito, K. (2020, p. 11), con el trabajo de suficiencia profesional llamado **“MEJORA EN LA GESTIÓN DE PRODUCCIÓN APLICANDO EL LEAN CONSTRUCTION EN LA OBRA DE RECUPERACIÓN DEL NIVEL DE PAVIMENTO EN LA PISTA DE ATERRIZAJE DEL AIJCH”**, advierte que, “para la realización del trabajo, se deberá de efectuar una recopilación de información acerca de la producción que actualmente tenemos en el medio, para así generar diagnósticos y posteriores tomas de decisiones. Posterior a ello, mediante la metodología Lean Construction y sus herramientas, podremos ofrecer alternativas de mejora en la producción de cada cuadrilla que interviene en la ejecución de algún trabajo, reduciendo así pérdidas en los tratamientos que se realicen en el pavimento tal y como reparación de grietas o fisuras y a través de la optimización de tiempos en distintas actividades”.
- Ruitón Quiroz, M. (2018, p. 20), mediante el trabajo de investigación denominado **“APLICACIÓN DE LOS METODOS VIZIR Y PCI Y SU INCIDENCIA EN LA EVALUACION DEL ESTADO DE LA CARRETERA SAN MARCOS ICHOCAN: 2018”**, indica que “el trabajo realizado en la evaluación superficial del estado de las vías mediante las metodologías PCI y VIZIR, se ejecutan desde el año 2012

al 2017 y se indica que son útiles herramientas evaluativas sobre la condición de la superficie del pavimento flexible. La metodología mencionada es de uso mundial y accesible a todos ya que no requiere del empleo de sofisticada tecnología para su aplicación”.

- Ramos Quispe, C. y Ramos Quispe R. (2018, p. 35), en la tesis denominada **“EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) EN LA VÍA: PALCA – LAIMINA – HUANCVELICA”**, menciona que “un punto importante en la evaluación superficial y estructural de pavimentos, es ser objetivos a la hora de realizar los procedimientos establecidos, esto debido a la necesidad de contar con técnicos y profesionales debidamente capacitados para llevar a cabo las actividades, y de no ser el caso, la credibilidad de las pruebas no serán las adecuadas. Además, es necesario contar con formatos y modelos evaluativos estandarizados para mantener un orden objetivo”.
- Murga Villanueva C. y Zerpa Rodriguez R. (2019, p. 7), a través de la tesis denominada **“DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE APLICANDO LOS MÉTODOS DEL PCI Y VIZIR EN LA AVENIDA COSTA RICA Y PROLONGACIÓN CÉSAR VALLEJO, TRUJILLO”**, se indica que “actualmente en Trujillo, capital del departamento de La Libertad, es notorio el gran aumento en las masas vehiculares tanto públicas como privadas, por lo cual, existe una mayor demanda por parte de los usuarios en cuanto al uso de vías principales que conectan distritos, asociaciones, asentamientos y localidades en las que el turismo, el comercio y el tránsito peatonal y vehicular propio de la zona, son actividades primordiales en el deterioro constante y visible de las vías pavimentadas. Ante estas circunstancias, los impactos negativos a los que están sometidos los pavimentos muestran una deficiencia en las vías y que, generan problemas a los pobladores debido a que el transporte se ve alterado por los daños ocasionados a las unidades vehiculares generando su deterioro, además de malestares por demoras en traslados de un lado a otro por disminuciones de velocidades y/o búsqueda de otras rutas. Por lo mencionado, se puede conocer la importancia y lo imprescindible que resulta el establecer una matriz producto de la evaluación de las fallas en las

vías de pavimento flexible construidas en la ciudad de Trujillo, cuyo uso permitirá conocer los precedentes involucrados, experiencias y criterios, así como recomendaciones para aplicar un correcto sistema de gestión vial, todo esto bajo el contexto de conocer la problemática en el ámbito local y nacional.

Se pretende generar sensibilización entre los pobladores sobre el cuidado de las vías, obteniendo así disminuir el deterioro progresivo de las superficies y mejorando la calidad de vida entre los pobladores, además del confort entre los usuarios; mediante este estudio también se espera dar a conocer en mayor magnitud la aplicación de los métodos PCI y VIZIR, los cuales, no son conocidos con profundidad en nuestro medio”.

- Córdova Heysen, W., (2017, p. 21), mediante la tesis de investigación denominada **“DIAGNOSTICO SITUACIONAL DEL ESTADO DE CONSERVACION DE LA PAVIMENTACION FLEXIBLE DE LA PROLONGACION SANTA TRAMO CANAL MOCHICA Y AVENIDA AMERICA UTILIZANDO EL METODO INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO, TRUJILLO 2017”**, señala respecto al tema que “al aplicar dicha metodología, los costos de mantenimiento y conservación vial disminuyen considerablemente, además, su aplicación es sencilla y ofrece muy buenos resultados respecto a la confiabilidad en la determinación e interpretación de daños.

Se dice también, que la metodología PCI, tiene gran influencia en el desarrollo social ya que las alternativas de solución propuestas resultan ser las más adecuadas física y económicamente”.

- Porta Romero, S., (2016, p. 81), a través de la tesis de investigación nombrada **“EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE METODOLOGÍAS ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS PCI Y VISIÓN E INSPECCIÓN DE ZONAS DE ITINERARIOS DE RIESGOS VIZIR EN LA AVENIDA MARISCAL CASTILLA TRAMO: FUNDO EL PORVENIR - LA VICTORIA”**, recomienda que “si se quiere ofrecer alternativas de solución a problemas después de evaluar pavimentos, se deberá de pensar responsablemente y como profesional en el tema, por las consecuencias que pudiesen generarse, debido a que, es fundamental evitar daños y no solo repararlos. En el presente trabajo, se ofrece como la alternativa más adecuada, una total intervención, es decir, eliminar el pavimento existente para dar lugar a la construcción de un nuevo pavimento, con un nuevo diseño en

el que se consideren todos los factores a los que está realmente sometida la vía, ya que reparar o dar mantenimiento, hará que persista en problema y, en consecuencia, el malestar de la población.

Entre los principales factores a tomar en cuenta para lograr la solución adecuada, se tienen los siguientes:

- ✓ Incorporación de obras de drenaje y evacuación pluvial.
  - ✓ Incorporación de paraderos señalizados y construcción de sardineles que separen bermas de vías para evitar arrastres de materiales y agentes externos y dañinos por fricción con el pavimento.
  - ✓ Reubicación de los dispositivos estructurales fijos (gibas o rompemuelleres) que permitan el control de velocidad entre los usuarios”.
- Chicchón Díaz, E. (2017, p. 2017), mediante la tesis **“APLICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS PCI Y VIZIR EN LA EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA DE EVITAMIENTO SUR DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA”**, expone que “en su investigación se tuvo como objeto principal aplicar las metodologías PCI y VIZIR para evaluar la condición en la que se encuentra la capa de rodadura de la vía rápida sur en Cajamarca; por lo que, mediante procedimientos establecidos, se determinó el IMD vehicular que transita por la vía en el carril derecho, obteniendo como resultado la cantidad de 4805 vehículos y un IMD vehicular que transita por la vía en el carril izquierdo de 4660 vehículos; asimismo, se llevó a cabo un levantamiento topográfico para encontrar el diseño geométrico de la vía y así aplicar el método según lo establecido en la normativa vigente.  
Al culminar los procedimientos, se pudo encontrar que ambos métodos son adecuados para la evaluación de la carpeta asfáltica en pavimentos flexibles, pese a que ambos manejan criterios distintos”.
  - Aquino Aliaga, J., (2017, p. 21), a través del trabajo de investigación denominado **“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL ASFALTO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN FRANCISCO BOLOGNESI DEL DISTRITO DE SATIPO, PROVINCIA DE SATIPO, REGIÓN JUNÍN, ENERO –**

2017”, señala que “después de aplicar la metodología mencionada, espera los siguientes resultados:

- ✓ Determinación de la condición actual del pavimento flexible en el ámbito estructural y la serviciabilidad o confort que se ofrece al usuario. La metodología aplicada, permite cuantificar la entereza con la que cuenta la estructura a través de métodos indirectos.

Se refiere a entereza estructural, a la integridad o la capacidad del paquete para soportar solicitaciones, agentes y condiciones externas para lo que fue diseñado teóricamente.

Por otro lado, menciona como nivel de serviciabilidad a la capacidad con la que cuenta un pavimento para ofrecer confort al usuario.

- ✓ Obtención de indicadores con los que se pueda comparar de manera uniforme, la manera de comportar de la estructura vial para poder así sustentar el plan de conservación vial, programando mantenimientos y rehabilitaciones de ser el caso, llegando a obtener la solución más viable.”

## 2.2. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

- González Fernández, H.; Ruiz Caballero, P. & Guerrero Valverde, D. (2020, p. 60), a través del estudio denominado **“PROPUESTA DE METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS MEDIANTE EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)”**, nos da a conocer respecto al tema, que “el método PCI brinda la facilidad de poder clasificar la condición física de la estructura mediante notas únicas, sin embargo, se corre el riesgo de la no representación por contar en campo con una variabilidad muy grande de parámetros que se incluyen en la evaluación y no encontrar coherencia al no obtener muestras representativas.

Cabe indicar que luego de evaluado el pavimento, podremos deducir si la conservación y mantenimiento de la estructura será estructural o funcional”.

- Ríos Cotazo, N.; Bacca Cortés, B.; Caicedo Bravo, E. & Orobio Quiñónez, A. (2020, p. 109), a través del estudio denominado **“REVISIÓN DE MÉTODOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE FALLAS SUPERFICIALES EN PAVIMENTOS FLEXIBLES”** resumen que “la condición actual de un pavimento es tan potencial que se involucra en ella el desarrollo de una comunidad o zona mediante

aspectos socioeconómicos. Evaluar el estado de un pavimento, es un punto muy importante en cuanto a la planificación para intervenir oportunamente y obtener éxito en los mantenimientos.

A través de una correcta planificación, obtendremos optimizar recursos, evitando sobrecostos operacionales y controlando el continuo deterioro de la capa de rodadura o de todo el paquete estructural.

Después de desarrollado el proceso de evaluación, llegamos a concluir que un correcto rendimiento de aplicar el método está basado en recopilar datos y su correcto procesamiento; el presente análisis, se basa en estos dos factores.

Podemos decir que el procedimiento y el análisis que se presenta puede considerarse como oportuno para desarrollar metodologías basadas en los pilares y principios, pero añadiendo criterios y experiencias en el tema, para así, aportar a la sociedad a aprovechar las facilidades y cualidades con las que contamos en el medio”.

- Ruiz Martínez, D. (2019, p. 40), mediante el trabajo de grado denominado **“APLICACIÓN DE METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN PCI A PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA LOCALIDAD DE ENGATIVÁ”**, recomienda “llevar a cabo un correcto mantenimiento preventivo, teniendo en cuenta el criterio profesional y la veracidad en la recopilación de datos, por lo que los daños de menor grado, al ser reparados, generarán un aumento en la condición del pavimento y al mismo tiempo disminuirá el malestar ocasionado a los usuarios”.
- García Salazar, R. y Silva Castillo, D. (2018, p. 72), mediante la tesis titulada **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN VIZIR Y PCI (PARTE A), APLICANDO A LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS DE UNA VÍA URBANA, EN EL BARRIO CHICO NORTE (LOCALIDAD CHAPINERO)”**, concluyen que “de aplicar la misma metodología a un mismo tramo de vía, se procedió con la comparación de resultados y se obtuvo que existen diferencias entre ambos métodos. Esto, nos indica que, cuando empleemos alguno de ellos para evaluar una estructura vial, deberemos tener claras las bondades de cada uno, puesto que lo que busca, es realizar un procedimiento para obtener resultados veraces, los mismos que ayuden a la mejora a través de la rehabilitación y/o mantenimiento según corresponda”.

## 2.3. BASES TEÓRICAS

### 2.3.1. DEFINICIÓN DE UN PAVIMENTO

En términos ingenieriles, un pavimento, es un paquete estructural ubicado por encima del suelo de fundación que, tratado, pasará a llamarse subrasante. Este paquete deberá contar con las condiciones mínimas necesarias para acoger una cierta demanda brindada por el tráfico usuario de un tramo definido por dos puntos distintos, agentes externos provocados por el intemperismo, entre otros.

En términos de uso, un pavimento deberá ofrecer seguridad, confort y serviciabilidad al transitar por su superficie de rodadura, de modo que el usuario tenga la comodidad deseada.

Yesquen Granda, I. (2016, p. 16), sostiene que, “un pavimento, es un paquete del tipo estructural, asentado por encima de un terreno de fundación y que tiene como objetivo ofrecer una plataforma de rodadura por la que se permita el paso del tránsito vehicular no solo seguro, sino que también genere comodidad a los usuarios y soporte condiciones climáticas de cualquier orden”.

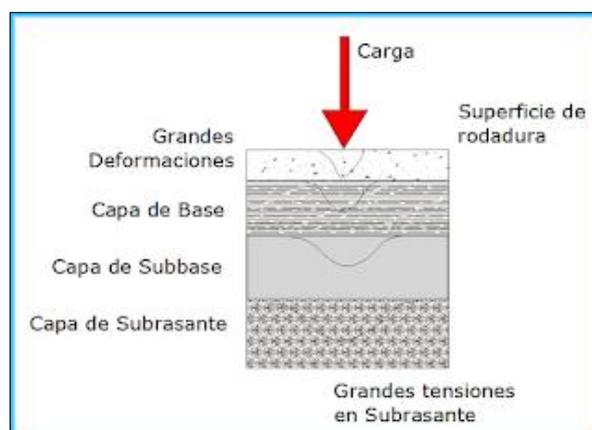


Figura N° 01: Comportamiento de un pavimento flexible.

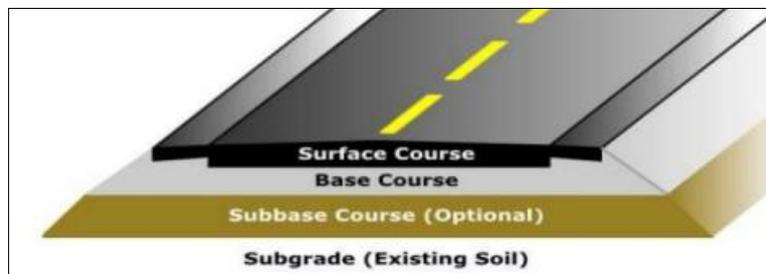
Fuente: Tacza H. & Rodríguez P. (2018, p. 19).

### 2.3.2. CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTOS

#### 2.3.2.1. PAVIMENTOS FLEXIBLES

Leguía Loarte, P. y Pacheco Risco H. (2016, p. 23), definen al pavimento flexible como “estructura de concreto asfáltico, formada por una capa de rodadura de asfalto, la misma que de acuerdo con su composición, genera pequeñas deformaciones controladas para evitar la falla; la capa base y la capa subbase, las

cuales son apoyadas en la subrasante. Un pavimento de este tipo inicialmente resulta ser más económico que otros, pero que, para cumplir con su función a lo largo de toda su vida útil, requiere de mantenimiento periódico constante”.



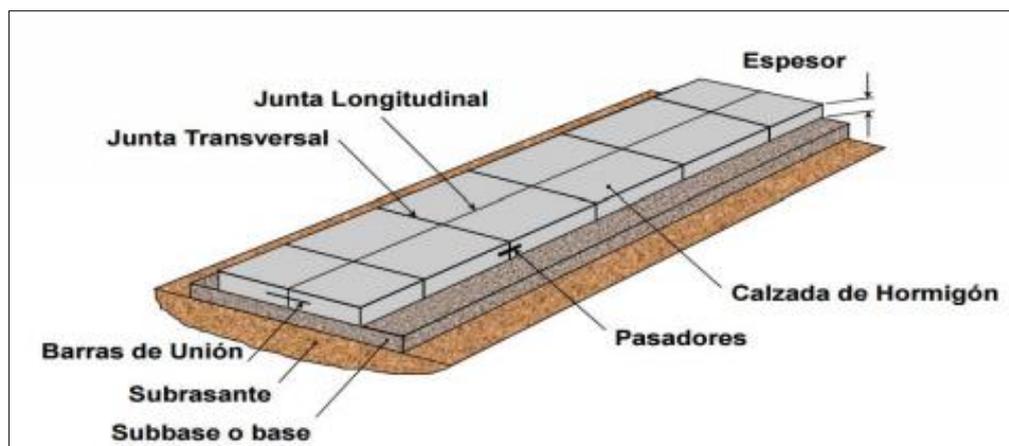
**Figura N° 02:** Sección regular de un pavimento flexible.

Fuente: Leguía L. & Pacheco R. (2016, p. 23).

### 2.3.2.2. PAVIMENTO RÍGIDO

Leguía Loarte, P. y Pacheco Risco H. (2016, p. 24), definen al pavimento rígido como “estructura de concreto, conformada por una superficie de concreto que, de requerirse, se le incorporará acero de construcción; consta además de una capa base y ambas se apoyan en un terreno de fundación tratado denominado subrasante. Estas estructuras son diseñadas para no permitir deformaciones.

Un pavimento rígido, inicialmente presenta un costo de construcción mayor al costo del flexible, sin embargo, el mantenimiento requerido es bajo y se realiza mayormente en las juntas entre cada paño”.



**Figura N° 03:** Sección regular de un pavimento rígido.

Fuente: Leguía L. & Pacheco R. (2016, p. 24).

### 2.3.2.3. PAVIMENTO MIXTO

Leguía Loarte, P. y Pacheco Risco H. (2016, p. 24), definen al pavimento mixto como “pavimento articulado o híbrido, el cual, está conformado por unidades prefabricadas conocidas como adoquines de concreto a cambio de la capa de asfalto o la losa de concreto. Tiene como objeto, reducir la velocidad máxima vehicular por medio de la vibración y es adecuado para lugares urbanos por la seguridad y confort que ofrece.

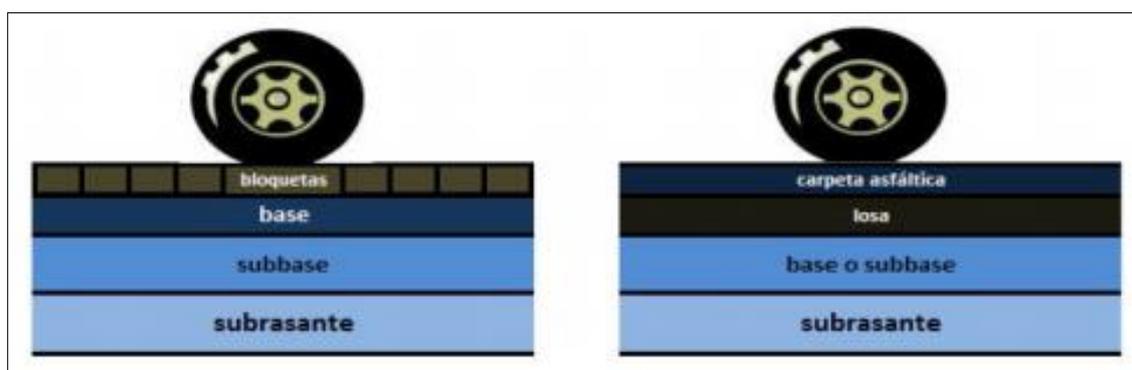


Figura N° 04: Sección regular de un pavimento mixto.

Fuente: Leguía L. & Pacheco R. (2016, p. 25).

### 2.3.3. FALLAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

Yesquen Granda, I. (2016, p. 22), define a las fallas en el pavimento como “la resultante generada por interacciones en la concepción estructural, la calidad de los materiales empleados durante la fase de ejecución, el propio proceso constructivo y el bajo o alto control de calidad, la variable transitabilidad vehicular existente en la zona que se interviene, el medio y las condiciones ambientales a las que está expuesto.

Podemos decir que, en conjunto, todos los factores mencionados, generan de manera simultánea causas y efectos, los mismos que en algunos casos serán positivos y en otros negativos en cuanto a la funcionabilidad del pavimento; además de esto, podremos saber que fallas pueden dar paso a otras fallas de no intervenir adecuadamente.

De no tomar las medidas necesarias para controlar los daños que puedan generarse en un pavimento flexible, estas avanzarán de manera continua. Cada

uno de los factores mencionados, son relevantes, pero a la vez temporales y debemos ser minuciosos para su análisis”.

Como todo proyecto, este tipo de estructura cuenta con un tiempo de vida útil, el cual entra en vigor desde la puesta en operación de la vía. Durante todo este tiempo, un pavimento está sometido a distintas cargas externas producidas por vehículos livianos y pesados, además de agentes climáticos y otros, para lo cual, si no se tiene una buena concepción en el diseño, el pavimento estará sujeto a deterioros en su superficie y que con el pasar del tiempo, las capas inferiores podrían verse alteradas, generando así problemas estructurales.

En caso de contar con presencia de fallas o daños, el proceso de reparación se deberá de llevar a cabo en el más corto plazo por autoridades o entidades encargadas de este ámbito.

Las fallas en un pavimento son del tipo estructural y funcional y se conceptualizan de la siguiente manera:

#### **2.3.3.1. FALLA ESTRUCTURAL**

Un factor generador de este tipo de falla corresponde al llegar al máximo del tiempo de vida útil propia de vía. Otro generador de fallas de este tipo es el incremento del tránsito vehicular por distintos aspectos. Se tiene además la mala concepción en el diseño, un deficiente proceso constructivo, mantenimientos inoportunos o tardíos de daños superficiales que en contacto con el agua pluvial generan daños irreparables, entre otros.

Yesquen Granda, I. (2016, p. 22), señala que “estos daños se relacionan con el desempeño estructural de la vía, donde podemos hablar de todas las capas trabajando en conjunto o solamente de la capa superficial. Están catalogadas como graves y la más importante es la formación de grietas ya que, producirán disminución en el aporte que produce la capa de rodadura, alterando así el comportamiento de esta y de las capas inferiores, lo que puede desencadenar en hundimientos y daños irreparables.

Generalmente, estas fallas son producidas por los agentes externos a los que se encuentra expuesto nuestro pavimento tales como solicitaciones de cargas y factores climáticos y/o medioambientales y, pueden ser detectadas mediante

evaluación visual, sin embargo, en casos puntuales se optará por un análisis de ensayos de tipo destructivos y no destructivos, pero de mayor detalle”.

### **2.3.3.2. FALLA FUNCIONAL**

Un aspecto fundamental que debe cumplir un pavimento es el confort, se dice que un pavimento falla de manera funcional cuando su capa de rodadura presenta deterioros generando incomodidades en los usuarios.

Yesquen Granda, I. (2016, p. 22), señala que “este tipo de fallas están directamente relacionadas con la seguridad y el confort ofrecido a las personas que hacen uso de la vía. Se puede decir también, que es un daño que altera la función de serviciabilidad inicialmente contemplada en el diseño.

Por lo general, se presentan en la superficie de rodadura de la vía, la cual, pierde calidad y por ende función por defectos presentados tanto en el diseño como en el proceso de construcción.

Son perceptibles al ojo humano, es decir, se pueden reconocer a través de una inspección y recorrido visual y, pueden también ser el resultado de fallas o daños estructurales”.

Zevallos Gamarra, R. (2018, p. 31), indica que “estas de fallas, resultan de la interacción de factores complejos del diseño estructural, materiales empleados en la construcción, la transitabilidad vehicular y los medios ambientales y climáticos que someten al pavimento, lo que, en conjunto con la falta de mantenimiento, dan paso a la generación de fallas graves e irreparables en ciertos casos.

Las fallas en pavimentos son del tipo estructural y funcional. Las estructurales, como su nombre lo indica, alteran el funcionamiento del paquete estructural construido quitando desempeño al mismo, mientras que, las fallas funcionales, inciden en el acceso transitorio y serviciabilidad de la capa de rodadura mediante fallas visibles, generando en el usuario por la falta de confort y seguridad”.

Dávila Vidarte, D.; Huangal Castañeda, N. & Salazar Bravo, W. (2017, p. 16), mencionan que “la condición de un pavimento medida a lo largo de su vida útil, será proporcional a las estrategias planteadas para salvaguardar su estado, es decir, un buen manejo de un plan de gestión para reparación, rehabilitación y mantenimientos viales, generarán de manera oportuna intervenir al mismo”.

## 2.3.4. CLASIFICACIÓN DE FALLAS COMUNES EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

De acuerdo con la metodología empleada (PCI), se presentan las siguientes fallas, de las cuales, describiremos las más importantes:

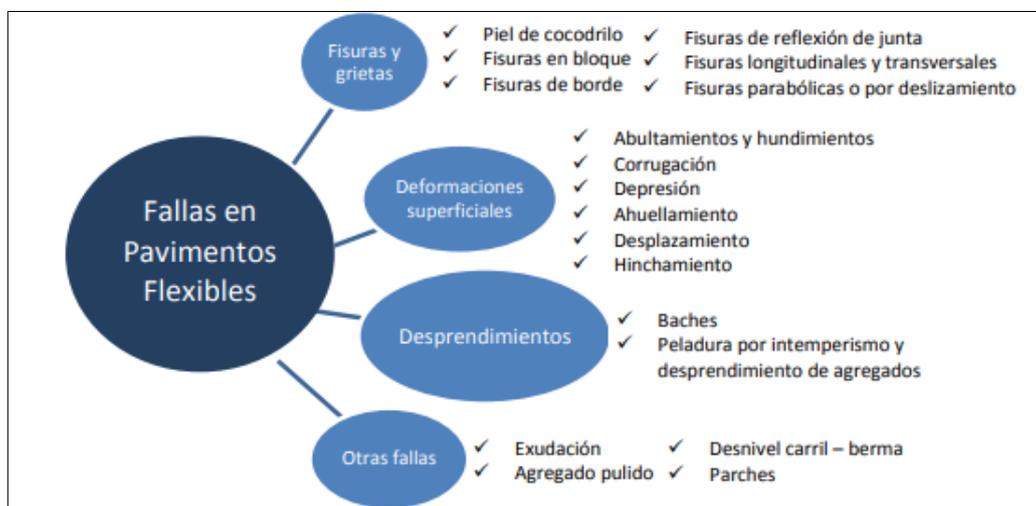


Figura N° 05: Fallas en pavimentos flexibles.

Fuente: Zevallos Gamarra, R. (2018, p. 32).

### 2.3.4.1. PIEL DE COCODRILLO:

**Descripción:** Las grietas de fatiga o piel de cocodrilo son una serie de grietas interconectadas cuyo origen es la falla por fatiga de la capa de rodadura asfáltica bajo acción repetida de las cargas de tránsito.

#### **Niveles de severidad.**

L (Low: Bajo): Grietas finas capilares y longitudinales que se desarrollan de forma paralela con unas pocas o ninguna interconectadas.

M (Medium: Medio): Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo del nivel L, en un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente descascaradas.

H (High: Alto): Red o patrón de grietas que ha evolucionado de tal forma que las piezas o pedazos están bien definidos y descascarados los bordes.

#### **Medida.**

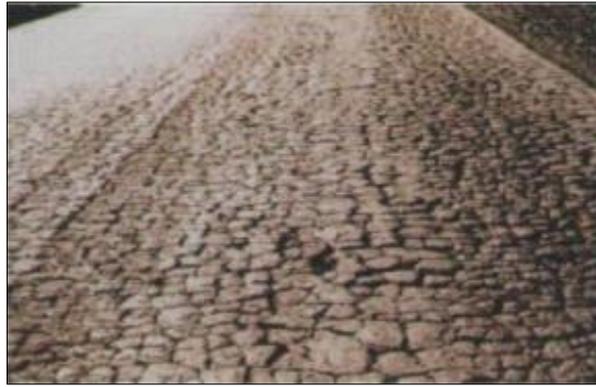
Se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada.

#### **Opciones de reparación.**

L: No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.

M: Parcheo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.

H: Parcheo parcial o Full Depth. Sobrecarpeta. Reconstrucción.



**Figura N° 06:** Falla por piel de cocodrilo.

Fuente: Muñoz Salazar, Luis Ángel (2018).

#### **2.3.4.2. AGRIETAMIENTO EN BLOQUE**

**Descripción:** Las grietas en bloque son grietas interconectadas que dividen el pavimento en pedazos aproximadamente rectangulares. Los bloques pueden variar en tamaño de 0.30 m x 0.3 m a 3.0 m x 3.0 m. Las grietas en bloque se originan principalmente por la contracción del concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diarios (lo cual origina ciclos diarios de esfuerzo / deformación unitaria).

##### **Niveles de severidad.**

L: Bloques definidos por grietas de baja severidad, como se define para grietas longitudinales y transversales.

M: Bloques definidos por grietas de severidad media.

H: Bloques definidos por grietas de alta severidad.

##### **Medida.**

Se mide en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada.

##### **Opciones de reparación.**

L: Sellado de grietas con ancho mayor a 3.0 mm. Riego de sello.

M: Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.

H: Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.



**Figura N° 07:** Falla por agrietamiento en bloque.

Fuente: Muñoz Salazar, Luis Ángel (2018).

### **2.3.4.3. ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS**

**Descripción:** Los abultamientos son pequeños desplazamientos hacia arriba localizados en la superficie del pavimento. Se diferencian de los desplazamientos, pues estos últimos son causados por pavimentos inestables.

#### **Niveles de severidad.**

L: Originan una calidad de tránsito de baja severidad.

M: Originan una calidad de tránsito de severidad media.

H: Originan una calidad de tránsito de severidad alta.

#### **Medida.**

Se miden en pies lineales (o metros lineales).

#### **Opciones de reparación.**

L: No se hace nada.

M: Reciclado en frío. Parcheo profundo o parcial.

H: Reciclado (fresado) en frío. Parcheo profundo o parcial. Sobrecarpeta.



**Figura N° 08:** Falla por abultamiento.

Fuente: Muñoz Salazar, Luis Ángel (2018).



**Figura N° 09:** Falla por hundimiento.  
Fuente: Muñoz Salazar, Luis Ángel (2018).

#### **2.3.4.4. DEPRESIÓN**

**Descripción:** Son áreas localizadas de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor. En múltiples ocasiones, las depresiones suaves sólo son visibles después de la lluvia, cuando el agua almacenada forma un “baño de pájaros” (bird bath). En el pavimento seco las depresiones pueden ubicarse gracias a las manchas causadas por el agua almacenada.

##### **Niveles de severidad.**

Máxima profundidad de la depresión:

L: 13.0 a 25.0 mm.

M: 25.0 a 51.0 mm.

H: Más de 51.0 mm.

##### **Medida.**

Se mide en pies cuadrados (o metros cuadrados) del área afectada.

##### **Opciones de reparación.**

L: No se hace nada.

M: Parcheo superficial, parcial o profundo.

H: Parcheo superficial, parcial o profundo



**Figura N° 10:** Falla por depresión.

Fuente: Muñoz Salazar, Luis Ángel (2018).

#### **2.3.4.5. GRIETA DE BORDE**

**Descripción:** Las grietas de borde son paralelas y, generalmente, están a una distancia entre 0.30 y 0.60 m del borde exterior del pavimento. Esta falla daña se acelera por las cargas de tránsito y puede originarse por debilitamiento, debido a condiciones climáticas, de la base o de la subrasante próximas al borde del pavimento.

##### **Niveles de severidad.**

L: Agrietamiento bajo o medio sin fragmentación o desprendimiento.

M: Grietas medias con algo de fragmentación y desprendimiento.

H: Considerable fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde.

##### **Medida.**

La grieta de borde se mide en pies lineales (o metros lineales).

##### **Opciones de reparación.**

L: No se hace nada. Sellado de grietas con ancho mayor a 3 mm.

M: Sellado de grietas. Parcheo parcial - profundo.

H: Parcheo parcial – profundo.



**Figura N° 11:** Falla por grieta de borde.

Fuente: Muñoz Salazar, Luis Ángel (2018).

#### **2.3.4.6. GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (NO SON DE REFLEXIÓN DE LOSAS DE CONCRETO DE CEMENTO PÓRTLAND).**

**Descripción:** Las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento o a la dirección de construcción y pueden ser causadas por:

1. Una junta de carril del pavimento pobremente construida.
2. Contracción de la superficie de concreto asfáltico debido a bajas temperaturas o al endurecimiento del asfalto o al ciclo diario de temperatura.
3. Una grieta de reflexión causada por el agrietamiento bajo la capa de base, incluidas las grietas en losas de concreto de cemento Pórtland, pero no las juntas de pavimento de concreto.

#### **Niveles de Severidad.**

L: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm.
2. Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).

M: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno de ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm.
2. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm, rodeada grietas aleatorias pequeñas.
3. Grieta rellena de cualquier ancho, rodeada de grietas aleatorias pequeñas.

H: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de grietas aleatorias pequeñas de severidad media o alta.
2. Grieta sin relleno de más de 76.0 mm de ancho.
3. Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas.

**Medida.**

Las grietas longitudinales y transversales se miden en pies lineales (o metros lineales).

**Opciones de reparación.**

L: No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.

M: Sellado de grietas.

H: Sellado de grietas. Parcheo parcial.



**Figura N° 12:** Falla por grieta longitudinal.  
Fuente: Muñoz Salazar, Luis Ángel (2018).



**Figura N° 13:** Falla por grieta transversal.  
Fuente: Muñoz Salazar, Luis Ángel (2018).

#### **2.3.4.7. PARCHEO Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PÚBLICOS.**

**Descripción:** Un parche es un área de pavimento la cual ha sido remplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente.

##### **Niveles de Severidad.**

L: El parche está en buena condición y es satisfactorio. La calidad del tránsito se califica como de baja severidad o mejor.

M: El parche está moderadamente deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de severidad media.

H: El parche está muy deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de alta severidad. Requiere pronta sustitución.

##### **Medida.**

Los parches se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. Sin embargo, si un solo parche tiene áreas de diferente severidad, estas deben medirse y registrarse de forma separada. Si una cantidad importante de pavimento ha sido reemplazada, no se debe registrar como un parche sino como un nuevo pavimento.

##### **Opciones de reparación.**

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Sustitución del parche.

H: Sustitución del parche.



**Figura N° 14:** Falla por parcheo.

Fuente: Muñoz Salazar, Luis Ángel (2018).

### 2.3.4.8. HUECOS.

**Descripción:** Los huecos son depresiones pequeñas en la superficie del pavimento, usualmente con diámetros menores que 0.90 m y con forma de tazón. Por lo general presentan bordes aguzados y lados verticales en cercanías de la zona superior.

#### **Niveles de severidad.**

Los niveles de severidad para los huecos de diámetro menor que 762 mm están basados en la profundidad y el diámetro de estos, de acuerdo con la tabla n° 01.

Si el diámetro del hueco es mayor que 762 mm, debe medirse el área en pies cuadrados (o metros cuadrados) y dividirla entre 5 pies<sup>2</sup> (0.47 m<sup>2</sup>) para hallar el número de huecos equivalentes. Si la profundidad es menor o igual que 25.0 mm, los huecos se consideran como de severidad media. Si la profundidad es mayor que 25.0 mm la severidad se considera como alta.

Profundidad máxima del hueco.	Diámetro medio (mm)		
	102 a 203 mm	203 a 457 mm	457 a 762 mm
12.7 a 25.4 mm	L	L	M
> 25.4 a 50.8 mm	L	M	H
> 50.8 mm	M	M	H

**Tabla N° 01:** Severidad en falla por huecos.

Fuente: Carrillo Cumpa, L. & Zambrano Díaz, N. (p. 70).

#### **Medida**

Los huecos se miden contando aquellos que sean de severidades baja, media y alta, y registrándolos separadamente.

#### **Opciones de reparación**

L: No se hace nada. Parcheo parcial o profundo.

M: Parcheo parcial o profundo.

H: Parcheo profundo.



**Figura N° 15:** Falla por huecos.

Fuente: Muñoz Salazar, Luis Ángel (2018).

#### **2.3.4.9. METEORIZACIÓN / DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS.**

**Descripción:** La meteorización y el desprendimiento son la pérdida de la superficie del pavimento debida a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado. Este daño indica que, o bien el ligante asfáltico se ha endurecido de forma apreciable, o que la mezcla presente es de pobre calidad.

##### **Niveles de severidad.**

L: Han comenzado a perderse los agregados o el ligante.

M: Se han perdido los agregados o el ligante.

H: Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante.

##### **Medida.**

La meteorización y el desprendimiento se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada.

##### **Opciones de reparación.**

L: No se hace nada. Sello superficial. Tratamiento superficial.

M: Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta.

H: Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reciclaje. Reconstrucción.



**Figura N° 16:** Falla por desprendimiento de agregados.

Fuente: Muñoz Salazar, Luis Ángel (2018).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA PCI EN PAVIMENTOS FLEXIBLES**

##### **3.1.1. INTRODUCCIÓN**

Coari Pelinco, E. (2017, p. 54), señala que “el Índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés), es actualmente el método más completo y confiable para el análisis de superficies pavimentadas, mediante el cual, obtenemos resultados objetivos enmarcados en el ámbito normativo. Los procedimientos y formatos que presenta el método son de fácil aplicación y entendimiento, resaltando que es necesario por parte del profesional responsable, contar con los conocimientos mínimos que requiere un estudio de tal magnitud.

Al aplicar la metodología en mención, se tomará en consideración el total de fallas encontradas, las cuales, serán evaluadas de manera minuciosa para conocer el origen y, de ser el caso, ser o no tomadas en cuenta por el tipo de daño al que pertenecen. El profesional responsable deberá de encontrarse en la capacidad de identificar los casos y brindar nociones de manera inmediata”.

##### **3.1.2. ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)**

El daño que ha sufrido el paquete estructural de una vía depende directamente del tipo de falla, la severidad y densidad. Encontrar un índice que agrupe estos factores mencionados anteriormente, fue por muchos años un problema, puesto que, en campo, encontramos una serie de condiciones y comportamientos en un pavimento. Para contrarrestar este obstáculo, es que se emplean los ya conocidos “valores deducidos”, como un factor de ponderación, con el objetivo de obtener un grado de afectación que cada combinación de clase de falla, severidad y densidad tiene sobre el estado actual de nuestro pavimento.

El índice de condición no es más que un valor numérico que oscila entre cero (0), para pavimentos fallados o en pésimo estado, y cien (100) en el caso de pavimentos que se encuentren en óptimas condiciones. En la siguiente tabla (Tabla N° 02), se observan los rangos de evaluación para la obtención del PCI y una descripción cualitativa según corresponda.

Rango	Clasificación
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 – 0	Fallado

**Tabla N° 02:** Rangos y clasificación del valor del PCI  
Fuente: Tineo Oropeza, I. (2019, p. 22)

Del mismo modo, podemos decir que, la metodología descrita, se basa en criterios y resultados provenientes de un inventario visual, en el que, se establecerán la clase, nivel de severidad y densidad de cada falla encontrada. El método del PCI fue creado para la obtención de indicadores, los mismos que establecerán que tan íntegro es un pavimento a nivel superficial y/o estructural, además de que condición actual en ámbitos operacionales tiene. La información de fallas resultante de la evaluación, nos permitirá establecer las posibles causas que ocasionaron los daños, además de alguna solución viable para el tratamiento de la problemática encontrada.

El nivel de daño de un pavimento dependerá no solo del tipo del deterioro, sino también, de que tan severo y denso es. La gran magnitud de las combinaciones para condición de deterioro, grados de severidad y posibles densidades, será resuelta al aplicar la metodología mediante la introducción del denominado “valor deducido” y el “factor ponderable”, determinando así el grado en que afecta al estado de nuestra estructura mediante la combinación de deterioro, severidad y densidad.

El tipo de deterioro o deterioro característico es aquel generalmente ubicado en el pavimento, encontrándose tipificado y conceptualizado en la guía del PCI para cada tipo de pavimento evaluado (flexible o rígido).

La designación ASTM D 6433, contiene la norma donde se mencionan dichos deterioros característicos, mostrando, además, la forma correcta de identificación del grado de severidad de fallas con el que se encontramos al pavimento.

Para el caso de pavimentos de concreto asfáltico, contamos con 19 tipos de falla o deterioros característicos y, para cada uno de estos, se tiene un grado de severidad entre “leve”, “moderado” o “severo”.

### 3.1.3. PROCEDIMIENTO PARA EVALUAR EL ÍNDICE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

Como primer paso, debemos llevar a cabo el trabajo in situ, en el que, se identificará el daño considerando clase, nivel de severidad y extensión de estos. La información conseguida será registrada en los formatos correspondientes.

#### 3.1.3.1. UNIDADES DE MUESTREO

Tacza Herrera, E. & Rodríguez Páez, B. (2018, p. 32), hacen mención a que “se parte el camino en tramos o “secciones de muestra”, con medidas variables de acuerdo con el tipo de vía y superficie para el tránsito vehicular.

En el caso de vías con capa de rodadura de concreto asfáltico y ancho de calzada por debajo de los 7.30 m, la sección de la unidad de muestra deberá oscilar en el rango de  $230.0 \pm 93.0 \text{ m}^2$ . En el cuadro mostrado, observamos criterios de relación entre el ancho de calzada y longitud de tramos pavimentados”.

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

**Tabla N° 03:** Longitud de unidades de muestreo según el ancho de vía.  
Fuente: Choque Palacios, J. (2019).

#### 3.1.3.2. DETERMINACIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO PARA EVALUACIÓN

Tacza Herrera, E. & Rodríguez Páez, B. (2018, p. 32), describen lo siguiente: “En la **EVALUACIÓN DE UNA RED** vial, se puede tener un gran número de secciones o unidades de muestreo, cuya evaluación, requiere del uso de recursos en consideración además de tiempo; por lo que, es una necesidad aplicar un proceso de muestreo representativo.

En la **EVALUACIÓN DE UN PROYECTO**, debemos evaluar todas las unidades encontradas; pero de no ser posible, la cantidad mínima de unidades de

muestra será calculada mediante la siguiente fórmula, la misma que, genera una confiabilidad del 95%”.

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2}$$

..... Ecuación N° 01.

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e = 5%).

$\sigma$ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Del mismo modo, los autores señalan además que, “para el desarrollo del inventario visual inicial, se toma el valor de 10 como desviación estándar ( $\sigma$ ) para pavimento con concreto asfáltico (rango PCI de 25) y de 15 para pavimento de concreto hidráulico (rango PCI de 35). Para posteriores inventarios, emplearemos el valor real de la desviación estándar (o el rango PCI) de la inspección preliminar para determinar la cantidad mínima de unidades de muestra que evaluaremos.

En caso de que el número mínimo de secciones a evaluar es menor a cinco ( $n < 5$ ), se evaluarán todas las unidades de muestreo” (p. 33).

### 3.1.3.3. DETERMINACIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO PARA INSPECCIÓN

Tacza Herrera, E. & Rodríguez Páez, B. (2018, p. 33), indican lo siguiente:

“Es recomendable que, las unidades seleccionadas, estén distribuidas en planta de tal manera que el espaciamiento sea el mismo para todas y que, la primera unidad, sea elegida de manera aleatoria según lo siguiente:

a) El espacio del muestreo (i) se expresa mediante la siguiente fórmula:

b)

$$i = \frac{N}{n}$$

..... Ecuación N° 2.

Donde:

N: Cantidad total de secciones de muestreo.

n: Menor valor numérico de secciones de muestreo por analizar.

i: Espacio de muestreo, considerando el menor número entero (por ejemplo, 3.5 será 3)

c) La muestra inicial será seleccionada entre la primera sección a evaluar y el intervalo de muestreo "i".

Es decir, para  $i = 3$ , la sección primigenia de muestra a evaluar estará entre 1 y 3.

Las secciones de muestra a evaluar se identificarán como (S), (S + 1), (S + 2), etc.".

#### **3.1.3.4. EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN**

La metodología aplicada, variará conforme al tipo de capa de rodadura del paquete a inspeccionar. Para obtener resultados adecuados, se deberá seguir de manera estricta el concepto de los daños establecidos en la normativa y/o manuales especializados en desarrollar la metodología del PCI.

Además, tenemos que, el análisis del estado actual de pavimentos se desarrolla teniendo en cuenta los presentes criterios:

- Equipos empleados: Odómetro manual que permita obtener dimensiones lineales y de superficie de las fallas, flexómetros y reglas para obtener el desnivel en depresiones y ahuellamientos, la guía del PCI y los formatos y tablas que correspondan y la cantidad necesaria para desarrollar con éxito la actividad.
- Ejecución de actividades: Se inicia evaluando la unidad de muestreo seleccionada midiendo en ella el tipo, magnitud y cantidad de daños según el manual de apoyo, guardando los datos obtenidos en formatos específicos. Se deberá de tener en cuenta, el seguimiento estricto de las indicaciones establecidas en el manual, definiendo de manera correcta en campo las fallas y clasificándolas según su estado actual.
- El grupo de profesionales encargado de llevar a cabo la evaluación es también responsable de velar por la seguridad conjunta en todo momento, la cual, deberá gestionarse a través de la señalética adecuada para este tipo de trabajos (señalización y advertencia), todo esto con la finalidad de prevenir algún accidente y desarrollar las actividades en las condiciones deseadas.

## 3.2. DESARROLLO DEL TRABAJO

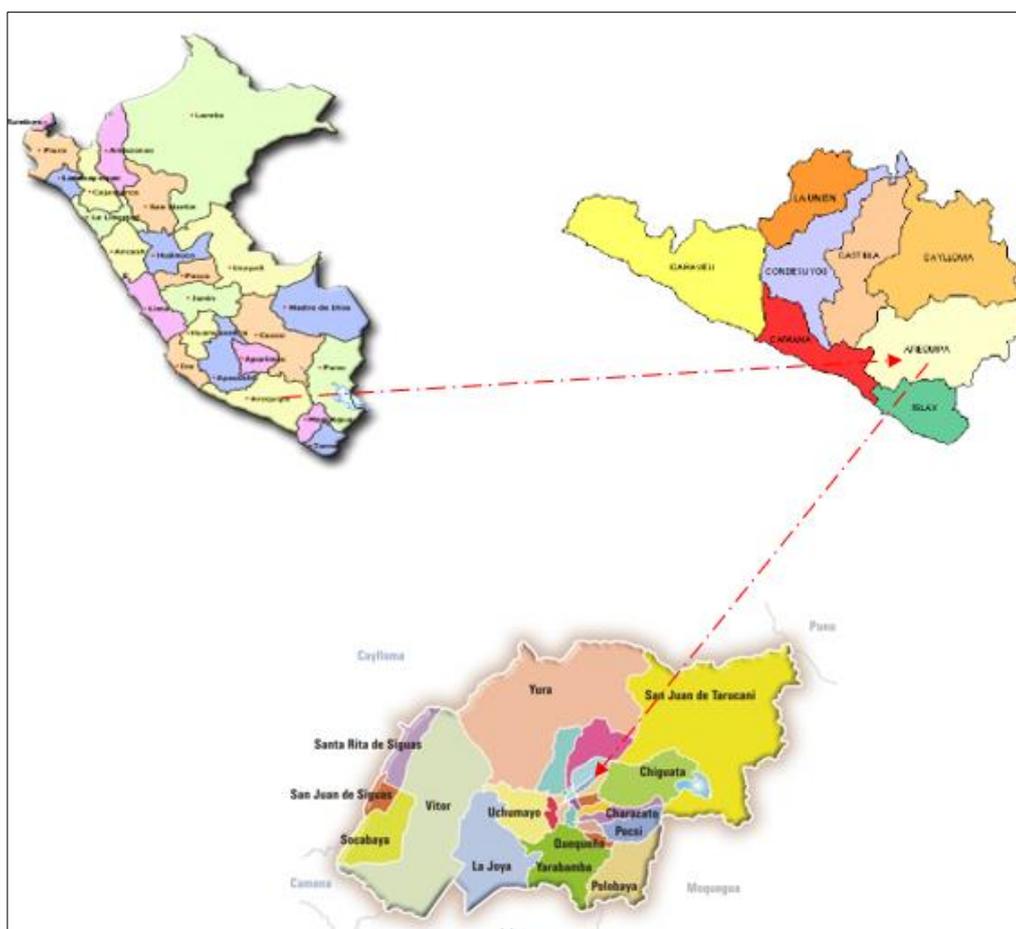
### 3.2.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁMBITO DE APLICACIÓN

#### 3.2.1.1. UBICACIÓN

El Proyecto está ubicado al norte de Arequipa:

- Tramo : Avenida Villa Hermosa
- Departamento : Arequipa
- Provincia : Arequipa
- Distrito : Paucarpata
- Localidad : Pueblo Joven Miguel Grau
- Altitud : 2 405 m.s.n.m.

### UBICACIÓN POLÍTICA DEL ÁMBITO DEL PROYECTO



**Figura N° 17:** Ubicación política de la Av. Miguel Grau, Paucarpata, Arequipa.

Fuente: Elaboración propia.

### **3.2.1.2. ALTITUD**

La altitud del trazo de la Avenida Villa Hermosa – Miguel Grau – Arequipa, se desarrolla a una altitud por debajo de los 2,405 m.s.n.m.

### **3.2.1.3. CLIMA, TEMPERATURA Y PLUVIOSIDAD**

El clima particular de la zona en estudio puede señalarse como similar al del centro del distrito, con mínimas variaciones entre el templado y el frío en las zonas de mayor altitud en el día y grandes cambios por la noche al disminuir considerablemente sobre todo en las zonas de mayor altitud. Tenemos los siguientes datos:

- La temperatura evaluada en un año oscila entre los 13,10 °C en invierno y 23,4 °C en la época de verano.
- En cuanto a las precipitaciones pluviales, son presentadas por lo general en la época de verano entre los meses de diciembre y marzo y con una variación regular en la intensidad.
- Encontramos también una zona con poca presencia de humedad lo que se podría generar por la falta de zonas de vegetación.

### **3.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA**

La avenida en estudio es de 1.24 kilómetros de longitud, tiene dos carriles con ancho de 6.00 m. cada uno. En cuanto al espesor del paquete estructural, tenemos un pavimento flexible con una base de 0.25 m. y una capa asfáltica de 0.05 m.

### **3.2.3. ACTIVIDADES REALIZADAS Y TIEMPO DE DESARROLLO DEL TRABAJO**

#### **3.2.3.1. MUESTREO Y UNIDADES DE MUESTRA**

Las técnicas manuales y computacionales permiten un correcto procesamiento de datos que arrojarán los resultados deseados.

En el presente caso, tenemos un tramo de vía cuya longitud es de 1,240 metros lineales, delimitado por las progresivas 0+000.00 @ 1+240.00 y que a lo largo de su trayecto presenta una serie de daños en distintos grados (bajo, medio y alto).



**Figura N° 18:** Avenida Villa Hermosa, Paucarpata, Arequipa.

Fuente: Google Maps.

Para el correcto tratamiento de la información levantada, se han tomado en cuenta las siguientes herramientas:

- a) Se ha creado una hoja de cálculo con las características y exigencias solicitadas por el método del PCI, en la cual se desarrollarán los cálculos matemáticos, además del registro de los datos encontrados en el presente estudio.
- b) En cuanto a los planos del proyecto, se ha optado por emplear una estación total para el dibujo de los planos de replanteo, con esto se obtuvo la planimetría de la Avenida Villa Hermosa, documento que ayudó a plasmar la información recogida en campo.
- c) Para los daños identificados, se tomó en cuenta el uso de un flexómetro de 10 metros, una wincha de 50 metros, una regla metálica de aluminio, herramientas que permiten medir deformaciones existentes tanto longitudinales como transversales, entre otras.
- d) En cuanto al tema de seguridad y al cuidado de la integridad física del evaluador, se emplearon conos y cintas de seguridad para la delimitación paulatina de las zonas de trabajo.

Las áreas de muestreo se calcularon mediante el siguiente procedimiento:

De acuerdo a la Norma ASTM D 6433, inciso (2.1.7), se señala que el área de la muestra es de:  $225 \pm 90 \text{ m}^2$ .

Valor máximo =  $315.00 \text{ m}^2$ .

Valor mínimo =  $135 \text{ m}^2$ .

Tramo por evaluar : 0+000.00 @ 1+240.00.

Longitud de vía : 1 240.00 m.  
Ancho de vía : 6.00 m.  
Longitud de la sección : 40.00 m.  
Área de la sección : 240.00 m<sup>2</sup>.

\* El valor del área de muestra se encuentra en el rango de límites permisibles.

La cantidad total de muestras no es más que el cociente entre el largo de la vía y la longitud total de la muestra, dicha operación nos arroja el valor de 31.

$N = 31$  (Número total de muestras).

Para determinar el total de unidades de muestreo a ser analizadas, aplicamos la ecuación 1 descrita con anterioridad, de la aplicación de esta obtenemos lo siguiente:

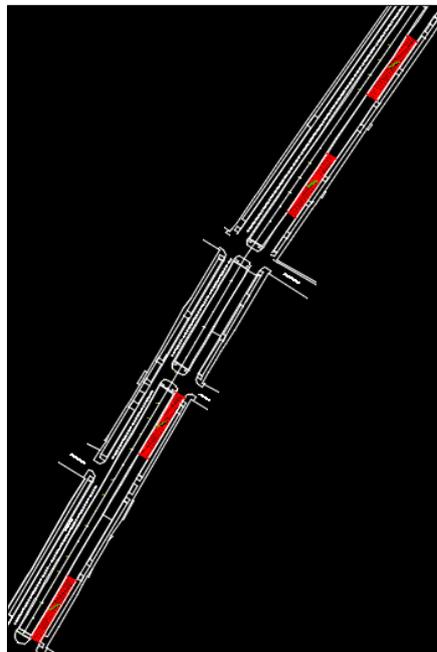
$n = 11$  (Número de muestras a evaluar).

\* Se obtienen 31 secciones de muestreo, de las que, 11 serán las analizadas.

En cuanto a la selección de las secciones de muestra, aplicaremos la ecuación 2 descrita anteriormente, obteniendo lo siguiente:

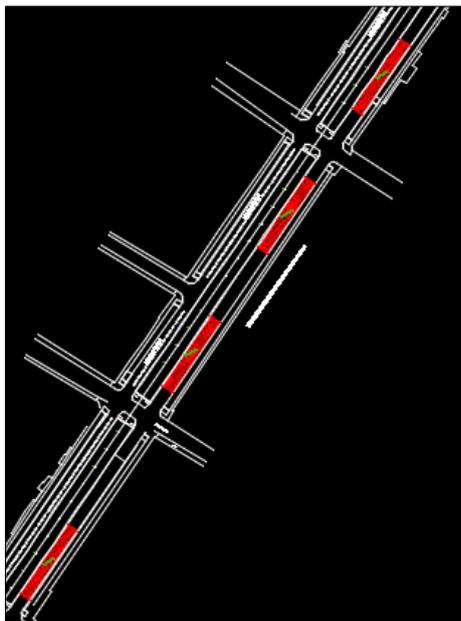
$i = 3$  (El intervalo de muestras a emplear será 3).

Se muestra el esquema del plano de muestreo:



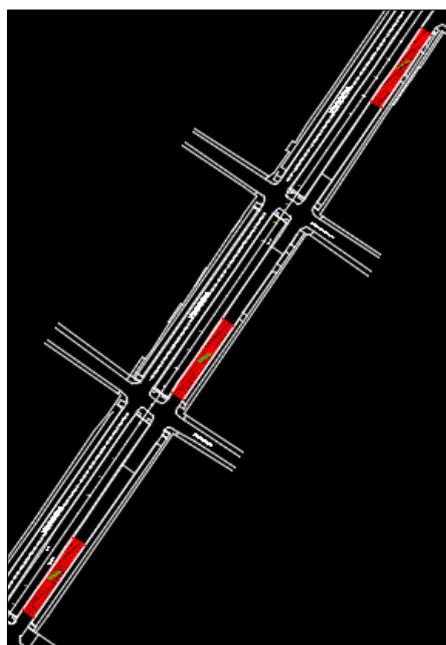
**Figura N° 19:** Prog. 0+000.00 @ 0+040.00, 0+120.00 @ 0+160.00, 0+280.00 @ 0+320.00 y 0+360.00 @ 0+400.00.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura N° 20:** Prog. 0+440.00 @ 0+480.00, 0+560.00 @ 0+600.00, 0+640.00 @ 0+680.00 y 0+720.00 @ 0+760.00.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura N° 21:** Prog. 0+880.00 @ 0+920.00, 1+000.00 @ 1+040.00 y 1+160.00 @ 1+200.00.

Fuente: Elaboración propia.

El punto clave de este procedimiento ha sido la toma de datos. Este levantamiento de información inició en la progresiva 0+000.00 y culminó en la progresiva 1+240.00.



**Figura N° 22:** Identificación de fallas en campo.

Fuente: Elaboración propia.

A lo largo de este tramo, se tomaron distintos apuntes en un borrador y en los planos de replanteo de acuerdo con los valores calculados según el muestreo de la evaluación, para luego introducir los datos en los formatos y hojas de cálculo creadas con fines de evaluación, teniendo en cuenta la severidad de los daños, clase y extensión de estos.

### 3.2.3.2. TIEMPO DE DESARROLLO DEL TRABAJO

El presente trabajo se realizó dentro del periodo de 12 semanas, de acuerdo con el siguiente detalle:

Actividad	Semanas											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Reconocimiento y levantamiento de datos	■	■										
Procesamiento de datos			■	■	■	■	■	■				
Obtención de resultados								■	■			
Desarrollo del trabajo según el formato indicado										■	■	■

### **3.2.3.3. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS LEVANTADAS**

#### **Unidad de muestra N° 01 (UM – 01 – PCI)**

Ubicación en planta: Entre las progresivas 0+000.00 @ 0+040.00

La presente muestra en estudio, parte en el origen de las progresivas (0+000.00). Tiene una longitud total de 40.00 m. y un ancho de vía de 6.00 m., lo que resulta como área el valor de 240.00 m<sup>2</sup>.

Los daños encontrados en esta sección con nivel de daño bajo son: grietas en bloque y depresiones.

El daño más representativo observado en este tramo es el ocasionado por los huecos, producidos probablemente por una baja compactación en la base y el agrietamiento en borde producido por el discurrimiento de agua pluvial y los daños generados al construir la berma lateral y sardineles.

Procedemos a la inserción de los datos obtenidos en la hoja de cálculo para determinar la densidad de los daños y valores deducidos.

## MUESTREO

### a) Muestreo y unidades de muestra

De acuerdo a la norma ASTM D 6433, inciso (2.1.7) se menciona que el área de muestreo es: 225 ± 90 m2.

Máximo :	315.00	m2	
Mínimo :	135.00	m2	
Tramo a evaluar :	0+000.00	@	1+240.00
Longitud de la vía :	1240.00	m	
Ancho de calzada :	6.00	m	
Longitud de muestra :	40.00	m	Comprobación
Área de muestra :	240.00	m2	¡OK!      ¡OK!
N =	31.00		Número total de muestras
σ =	10		Desviación estándar; ASTM D 6433, inciso (7.5.2) (p. asfáltico)
e =	5	%	Error aceptable; ASTM D 6433, inciso (7.5.2)

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\left(\frac{e^2}{4}\right)(N - 1) + \sigma^2}$$

n =      **11**      Unidades de muestra a ser evaluadas

\* Se obtienen 31 unidades de muestra, de las cuales, 11 deberán de ser evaluadas.

### b) Selección de las unidades de muestreo

ASTM D 6433, inciso (7.5.3)

$$i = \frac{N}{n}$$

i =      2.82      Intervalo de muestreo

Por lo tanto el intervalo de muestreo a emplear será:

i =      3

**Figura N° 23:** Formato para muestreo y unidades de muestra.

Fuente: Elaboración propia.

PCI - 01 CARRETERA CON SUPERFICIE ASFÁLTICA										
Proyecto:		EVALUACION DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. VILLA HERMOSA, PPJJ MIGUEL GRAU - PAUCARPATA - AREQUIPA								
Nombre de Vía:		AVENIDA VILLA HERMOSA				Unidad de muestra:		UM-01-PCI		
Evaluador:		JOSE ARTURO MONRROY GARRIDO				Longitud de tramo (m):		40.00		
Progresiva inicial:		0+000.00				Ancho de vía (m):		6.00		
Progresiva final:		0+040.00				Área de la unidad (m2):		240.00		
Lado:		MARGEN DERECHO				Fecha de evaluación:		15/03/2021		
DAÑOS EN PAVIMENTO ASFÁLTICO				PANEL FOTOGRÁFICO DE LOS DAÑOS EN EL PAVIMENTO						
N°	DAÑO	CÓDIGO	UNIDAD							
1	Piel de cocodrilo	PC	m2							
2	Exudación	EX	m2							
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2							
4	Abultamientos y hundimientos	ABH	m							
5	Corrugación	COR	m2							
6	Depresión	DEP	m2							
7	Grieta de borde	GB	m							
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m							
9	Desnivel carril / berma	DN	m							
10	Grietas long. y transversales	GLT	m							
11	Parcheo	PA	m2							
12	Pulimento de agregados	PU	m2							
13	Huecos	HUE	und							
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2							
15	Ahuellamiento	AHU	m2							
16	Desplazamiento	DES	m2							
17	Grieta parabólica	GP	m2							
18	Hinchamiento	HN	m2							
19	Desprendimiento de agregados	DAG	m2							
ÍTEM	DAÑO	SEVERIDAD	UNIDAD	UBICACIÓN		ÁREA / LONGITUD / UNIDAD			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL
				X (m)	Y (m)	L (m)	A (m)	UNIDAD		
A	PC	M	m2	1.91	15.28	3.61	0.95		3.43	4.4
B	PC	M	m2	1.49	32.15	2.15	0.45		0.97	
C	BLO	L	m2	2.68	23.88	4.03	3.95		15.92	15.92
D	DEP	L	m2	2.97	28.78	2.14	2.51		5.37	5.37
E	GB	L	m	5.84	19.79	7.55			7.55	7.55
F	GLT	L	m	3.03	37.16	4.78			4.78	4.78
G	PA	H	m2	4.19	11.06	7.62	1.17		8.92	8.92
H	PA	L	m2	4.49	4.01	1.68	1.63		2.74	2.74
I	HUE	M	und	5.06	34.33			1.00	1.00	2.00
J	HUE	H	und	1.35	6.87			1.00	1.00	

Figura N° 24: Formato para identificación de fallas y cuantificación numérica.

Fuente: Elaboración propia.

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES												
MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)												
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO EN VÍAS ASFALTADAS												
Proyecto:	EVALUACION DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. VILLAHERMOSA, PPJJ MIGUEL GRAU - PAUCARPATA - AREQUIPA											
Nombre de Via:	AVENIDA VILLA HERMOSA					Unidad de muestra:	UM-01-PCI					
Evaludor:	JOSE ARTURO MONRROY GARRIDO					Longitud de tramo (m):	40.00					
Progresiva inicial:	0+000.00					Ancho de vía (m):	6.00					
Progresiva final:	0+040.00					Área de la unidad (m2):	240.00					
Lado:	MARGEN DERECHO					Fecha de evaluación:	15/03/2021					
DAÑOS EN PAVIMENTO ASFÁLTICO												
N°	DAÑO	CÓDIGO	UNIDAD	MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)								
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	Baja	Low	L						
2	Exudación	EX	m2	Media	Medium	M						
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2	Alta	High	H						
4	Abultamientos y hundimientos	ABH	m									
5	Corrugación	COR	m2									
6	Depresión	DEP	m2									
7	Grieta de borde	GB	m									
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m									
9	Desnivel carril / berma	DN	m									
10	Grietas long. y transversales	GLT	m									
11	Parqueo	PA	m2									
12	Pulimento de agregados	PU	m2									
13	Huecos	HUE	und									
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2									
15	Ahuellamiento	AHU	m2									
16	Desplazamiento	DES	m2									
17	Grieta parabólica	GP	m2									
18	Hinchamiento	HN	m2									
19	Desprendimiento de agregados	DAG	m2									
CONDICIÓN DEL ESTADO DE PAVIMENTO												
PCI										CLASIFICACIÓN		
85					100					Excelente		
70					85					Muybueno		
55					70					Bueno		
40					55					Regular		
25					40					Malo		
10					25					Muy malo		
0					10					Fallado		
FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
PC	M	m2	3.43	0.97	-	-	-	-	-	4.40	1.83	27.15
BLO	L	m2	15.92	-	-	-	-	-	-	15.92	6.63	6.08
DEP	L	m2	5.37	-	-	-	-	-	-	5.37	2.24	5.74
GB	L	m	7.55	-	-	-	-	-	-	7.55	3.15	3.43
GLT	L	m	4.78	-	-	-	-	-	-	4.78	1.99	0.10
PA	H	m2	8.92	-	-	-	-	-	-	8.92	3.72	33.68
PA	L	m2	2.74	-	-	-	-	-	-	2.74	1.14	2.59
HUE	M	und	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00	0.42	17.86
HUE	H	und	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00	0.42	36.52
											<b>TOTAL</b>	133.15
Número de valores deducidos > 2 (q):			8									
Valor deducido más alto (HVDi)			36.52									
Número máximo de valores deducidos (mi)			7									
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$												
CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO												
N°	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC	
01	36.52	33.68	27.15	17.86	6.08	5.74	3.43		130.46	7	63.18	
02	36.52	33.68	27.15	17.86	6.08	5.74	2		129.03	6	62.61	
03	36.52	33.68	27.15	17.86	6.08	2	2		125.29	5	64.65	
04	36.52	33.68	27.15	17.86	2	2	2		121.21	4	68.6	
05	36.52	33.68	27.15	2	2	2	2		105.35	3	65.68	
06	36.52	33.68	2	2	2	2	2		80.2	2	58.12	
07	36.52	2	2	2	2	2	2		48.52	1	48.52	
08												
09												
											<b>Máximo VDC =</b>	68.60
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)						PCI =	100 - (Máx VDC o Total VD)					
						PCI =	31.40					
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :						Malo						

Figura N° 25: Formato para la evaluación del PCI del pavimento.

Fuente: Elaboración propia.

Luego de realizado en análisis en la UM – 01 – PCI de la avenida Villa Hermosa, deducimos los siguientes parámetros:

- a) La capa de rodadura presenta 07 clases de falla distintas, las cuales son las siguientes:

Piel de cocodrilo (**PC**), agrietamiento en bloque (**BLO**), depresión (**DEP**), grieta de borde (**GB**), grietas longitudinales y transversales (**GLT**), parcheo (**PA**) y huecos (**HUE**).

\* Tipo de falla (**CÓDIGO**).

- b) Se cuenta además con distintos niveles de severidad según los siguientes datos:

**Bajo (L):** Para 15.92 m<sup>2</sup> de agrietamiento en bloque (BLO), 5.37 m<sup>2</sup> de depresión (DEP), 7.55 m de grieta de borde (GB), 4.78 m de grietas longitudinales y transversales (GLT) y 2.74 m<sup>2</sup> de parcheo (PA).

**Medio (M):** Para 4.40 m<sup>2</sup> de piel de cocodrilo (PC) y 01 und de huecos (HUE).

**Alto (H):** Para 8.92 m<sup>2</sup> de parcheo (PA) y 01 und de huecos (HUE).

- c) Para la obtención de las fallas presentadas en el tramo de vía evaluado, se tiene un área de 240.00 m<sup>2</sup>. De acuerdo con el levantamiento de información y los formatos diseñados, el cálculo de la densidad de los daños se obtuvo del cociente entre la resultante total por cada tipo de falla de acuerdo con su grado de severidad y el área total de la U.M., cuyo valor obtenido se expresa en porcentaje (%).

#### **3.2.3.4. PROCEDIMIENTO REALIZADO PARA EL CÁLCULO DEL PCI EN UNA UNIDAD DE MUESTRA**

El desarrollo de evaluar superficialmente el pavimento flexible se realizó de la siguiente manera:

- El valor deducido de la falla se identifica mediante tablas y curvas establecidas, según los daños presentados y su severidad, las cuales se colocan como anexo en el presente trabajo.

De acuerdo con la verificación de cada tipo de falla obtenemos lo siguiente:

FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
PC	M	m2	3.43	0.97	-	-	-	-	-	4.40	1.83	27.15
BLO	L	m2	15.92	-	-	-	-	-	-	15.92	6.63	6.08
DEP	L	m2	5.37	-	-	-	-	-	-	5.37	2.24	5.74
GB	L	m	7.55	-	-	-	-	-	-	7.55	3.15	3.43
GLT	L	m	4.78	-	-	-	-	-	-	4.78	1.99	0.10
PA	H	m2	8.92	-	-	-	-	-	-	8.92	3.72	33.68
PA	L	m2	2.74	-	-	-	-	-	-	2.74	1.14	2.59
HUE	M	und	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00	0.42	17.86
HUE	H	und	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00	0.42	36.52
											<b>TOTAL</b>	133.15

**Figura N° 26:** Formato para el cálculo del valor deducido según el tipo de falla.

Fuente: Elaboración propia.

Los datos obtenidos se interpretan de la siguiente manera:

En la columna denominada “FALLA”, se tienen los códigos de los daños encontrados en la sección evaluada (PC: piel de cocodrilo, BLO: agrietamiento en bloque, DEP: depresión, GB: grieta de borde, GLT: grietas longitudinales y transversales, PA: parcheo y HUE: huecos).

La siguiente columna hace mención a los distintos niveles de severidad del método aplicado (L: bajo, M: medio y H: alto).

La columna denominada “UNIDAD”, denota la unidad de medida con la que se representa cada valor numérico obtenido.

Los valores correspondientes a las “CANTIDADES PARCIALES”, son los datos numéricos obtenidos de acuerdo con la evaluación realizada, es decir, la densidad que representa cada falla ubicada en el tramo.

La columna “TOTAL” representa la suma de los valores que indican las cantidades parciales.

Con los valores definidos, procedemos a calcular la “DENSIDAD” del tipo porcentual, la cual representa cada falla encontrada y que se determina dividiendo la sumatoria de las cantidades parciales por cada tipo de daño entre el área total de muestreo. En el caso de la primera falla de la tabla tenemos el siguiente cálculo:

$$\text{Densidad} = \frac{4.40 \times 100}{240}$$

$$\text{Densidad} = 1.83 \%$$

### Cálculo del valor deducido:

Para la obtención del valor deducido, trabajaremos con las “CURVAS PARA LA DETERMINACIÓN VD EN PAVIMENTOS ASFÁLTICOS”, las mismas que van anexadas al presente trabajo.

El adecuado manejo de las curvas y tablas dará como resultado el valor deducido para cada tipo de falla; el procedimiento consiste en proyectar de manera vertical el valor de la densidad en porcentaje hasta la curva que de acuerdo con el nivel de severidad presentado corresponda.

Para el caso de la falla PC: piel de cocodrilo, el valor de la densidad es de 1.83 % y el grado de severidad es M: medio, entonces tenemos lo siguiente:

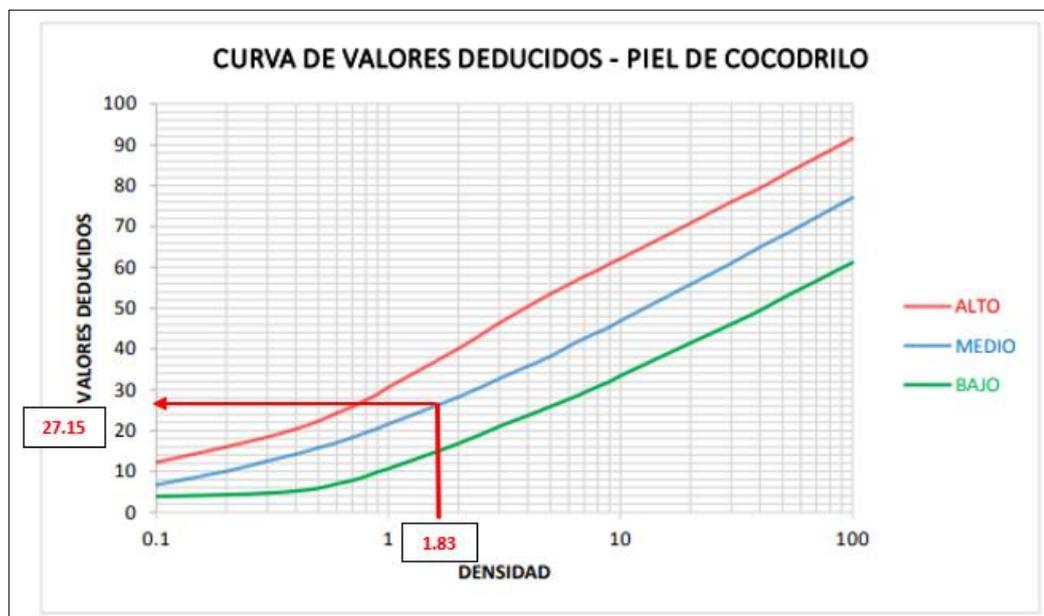


Figura N° 27: Ábaco para el cálculo de los valores deducidos.

Fuente: Leguía L. & Pacheco R. (2016, p. 153).

Por lo tanto, el valor deducido VD es de 27.15 para la falla por tipo piel de cocodrilo.

Otro procedimiento válido para el cálculo del valor deducido consiste en aplicar la interpolación lineal de datos según la densidad obtenida; para el presente caso, el valor a calcular está comprendido entre 1 y 2 y el nivel de severidad es medio, por lo que obtenemos lo siguiente:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
0.10	3.10	6.40	11.80
0.20	3.80	9.30	15.60
0.30	4.60	11.60	18.40
0.40	5.30	13.50	20.60
0.50	6.10	15.30	22.60
0.60	6.90	16.80	24.30
0.70	7.60	18.30	25.90
0.80	8.40	19.70	27.30
0.90	9.10	20.90	28.60
1.00	9.90	22.00	29.90
2.00	16.70	28.20	40.05
3.00	20.70	32.50	45.50
4.00	23.60	35.60	49.30
5.00	25.80	38.00	52.20
6.00	27.60	39.90	54.60
7.00	29.10	41.60	56.70
8.00	30.50	43.00	58.40
9.00	31.60	44.30	60.00
10.00	33.00	45.60	61.30
20.00	40.80	55.40	70.40
30.00	45.90	60.90	75.80
40.00	49.50	64.80	79.50
50.00	52.40	67.80	82.50

1	22
1.83	27.146
2	28.2

**Tabla N° 04:** Densidad vs. Valor deducido para interpolación de datos.  
Fuente: Elaboración propia.

De realizar el procedimiento detallado para cada una de las fallas localizadas, el cálculo del valor deducido total es de 133.15.

**Cálculo del valor deducido corregido:**

Encontrados los valores deducidos, procedemos con el cálculo del valor deducido corregido, para lo cual se deberá tener en cuenta que la norma indica determinar la cantidad de valores deducidos que sean mayores que dos.

En nuestro caso, de nueve valores deducidos, 8 de ellos son mayores a 2, los cuales deberán de verse afectados por la corrección indicada.

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO											
N°	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC
01	36.52	33.68	27.15	17.86	6.08	5.74	3.43		130.46	7	63.18
02	36.52	33.68	27.15	17.86	6.08	5.74	2		129.03	6	62.61
03	36.52	33.68	27.15	17.86	6.08	2	2		125.29	5	64.65
04	36.52	33.68	27.15	17.86	2	2	2		121.21	4	68.6
05	36.52	33.68	27.15	2	2	2	2		105.35	3	65.68
06	36.52	33.68	2	2	2	2	2		80.2	2	58.12
07	36.52	2	2	2	2	2	2		48.52	1	48.52
08											
09											
										Máximo VDC =	68.60

**Tabla N° 05:** Cálculo del valor deducido corregido.  
Fuente: Elaboración propia.

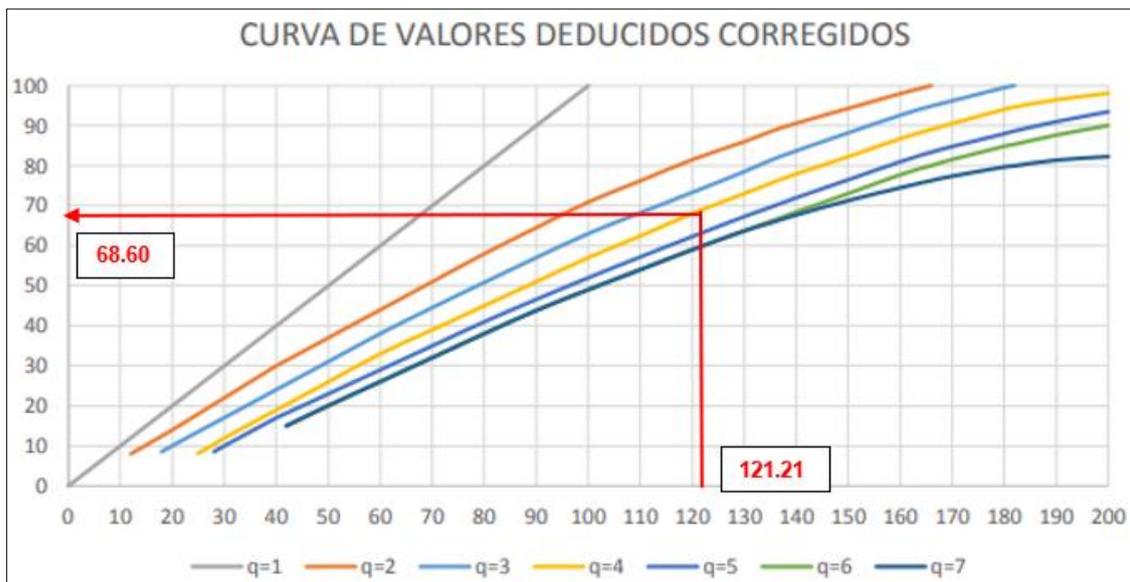
Ordenados los valores deducidos de mayor a menor (de izquierda a derecha), reducimos a dos el valor menor deducido individual y que este esté por encima de dos.

Seguidamente, procedemos con la identificación del máximo valor deducido corregido, cuyo valor numérico resulta ser 68.60 como se aprecia en la tabla anterior.

Para definir el detalle del cálculo del máximo valor deducido corregido y del mismo modo que el cálculo del valor deducido para cada tipo de falla, procedemos a identificar en la siguiente tabla los siguientes valores.

N°	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC
04	36.52	33.68	27.15	17.86	2	2	2		121.21	4	68.6

En el presente esquema de valores deducidos corregidos, señalaremos los valores de “VDT” y “q” para obtener el valor máximo corregido por cada tipo de falla de acuerdo con lo siguiente:



**Figura N° 28:** Ábaco para el cálculo del valor deducido corregido.

Fuente: Leguía L. & Pacheco R. (2016, p. 163).

Después de haber realizado la proyección de datos para cada falla, tenemos que el máximo valor numérico deducido corregido es de 68.60.

Luego de haber realizado un análisis minucioso y detallado para la obtención de datos necesarios para el objetivo del trabajo, procedemos con el cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI) de acuerdo con lo siguiente:

$$\text{PCI} = 100 - \text{máx. VDC}$$

Donde:

PCI: Índice de condición del pavimento.

Máx. VDC: Máximo valor deducido corregido.

<b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)</b>				PCI =	100 - (Máx VDC o Total VD)
				PCI =	31.40
<b>CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO :</b>				<b>Malo</b>	

De acuerdo con la Tabla N° 02 (Rangos para calificar por el método del PCI), observamos que el estado de conservación encontrado en el pavimento flexible de la av. Villa Hermosa, ubicado en Paucarpata, provincia y departamento de Arequipa, delimitado por las progresivas 0+000.00 @ 0+040.00 (Tramo 01) y cuya muestra es definida como UM – 01 – PCI, es **“MALO”**.

### 3.2.3.5. ASPECTOS ÉTICOS

El desarrollo del presente trabajo se encuentra enmarcado dentro de los principios básicos del respeto a la persona, es decir, los derechos de autor respecto a las investigaciones realizadas consideradas para los fines y resultados obtenidos, mediante el uso adecuado de las citas.

De la misma manera, en el presente trabajo, se encuentran resultados con la responsabilidad ética asumida, la misma que estará a disposición de la comunidad estudiantil, investigadora y de las instancias a quienes les corresponde llevar a cabo el mantenimiento de sus vías.

#### IV. RESULTADOS

La unidad de muestra 01, fue sometida también a un análisis y cálculo del PCI a través del software EvalPav, el cual arrojó los siguientes datos y resultados:

Pogresiva Inicial	Progresiva Final	Daño	Severidad	X	Y	Ancho	Longitud	Ancho de Fisura	Observación	Carril	Ancho Carril	Inspeccionado
0	40	1	M	1.91	15.28	0.95	3.61			CALZADA	6	JOSE ARTURO MONRROY GARRIDO
0	40	1	M	1.49	32.15	0.45	2.15			CALZADA	6	JOSE ARTURO MONRROY GARRIDO
0	40	3	L	2.68	23.88	3.95	4.03			CALZADA	6	JOSE ARTURO MONRROY GARRIDO
0	40	6	L	2.97	28.78	2.51	2.14			CALZADA	6	JOSE ARTURO MONRROY GARRIDO
0	40	7	L	5.84	19.79	0	7.55			CALZADA	6	JOSE ARTURO MONRROY GARRIDO
0	40	10	L	3.03	37.16	0	4.78			CALZADA	6	JOSE ARTURO MONRROY GARRIDO
0	40	11	H	4.19	11.06	1.17	7.62			CALZADA	6	JOSE ARTURO MONRROY GARRIDO
0	40	11	L	4.49	4.01	1.63	1.68			CALZADA	6	JOSE ARTURO MONRROY GARRIDO
0	40	13	M	5.06	34.33	0	0			CALZADA	6	JOSE ARTURO MONRROY GARRIDO
0	40	13	H	1.35	6.87	0	0			CALZADA	6	JOSE ARTURO MONRROY GARRIDO

**Tabla N° 06:** Datos ordenados para ingresar al software.  
Fuente: Elaboración propia.

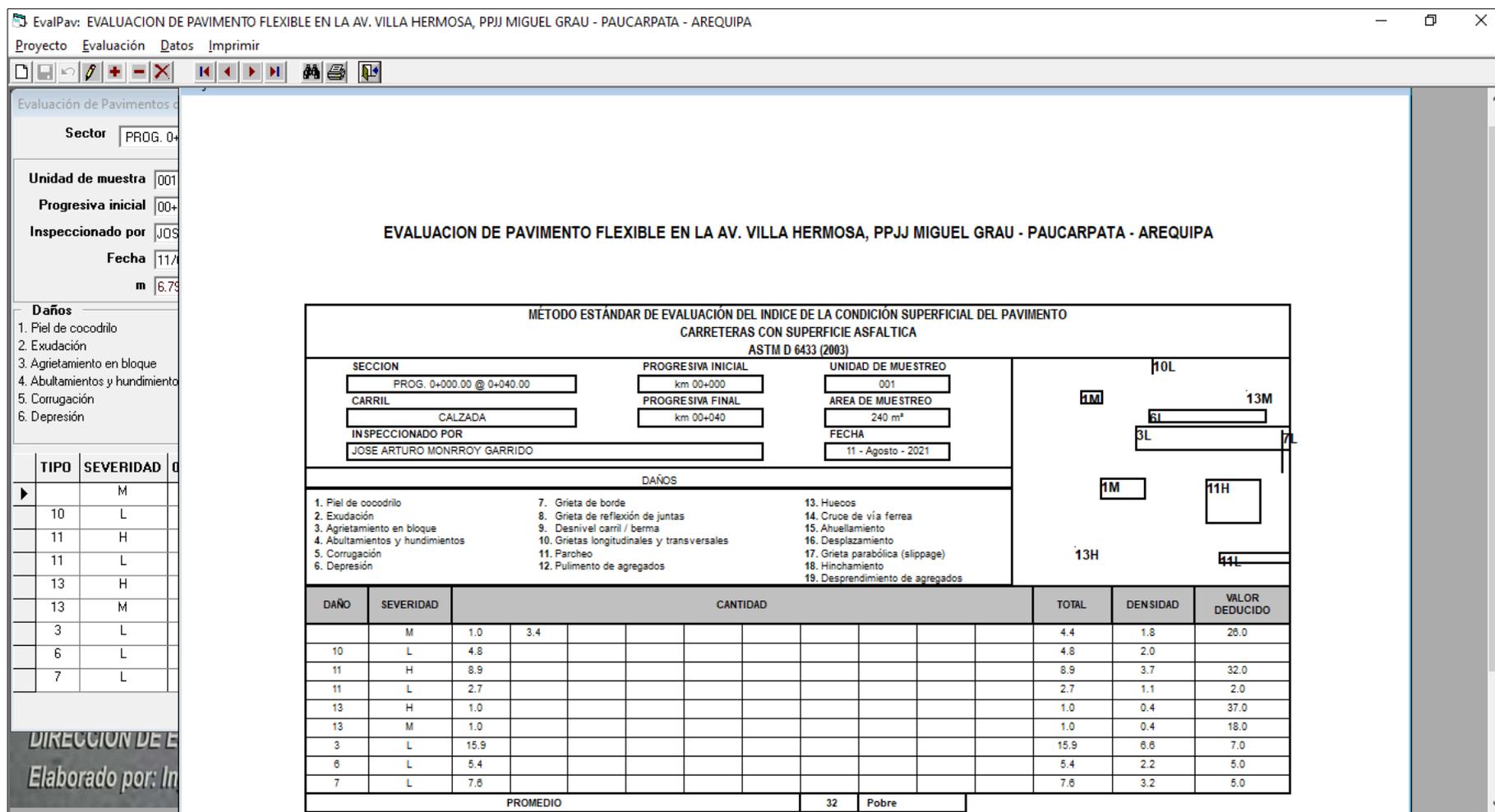


Figura N° 29: Evaluación del pavimento a través del software EvalPavCar (Hoja de datos).

Fuente: Software EvalPavCar.

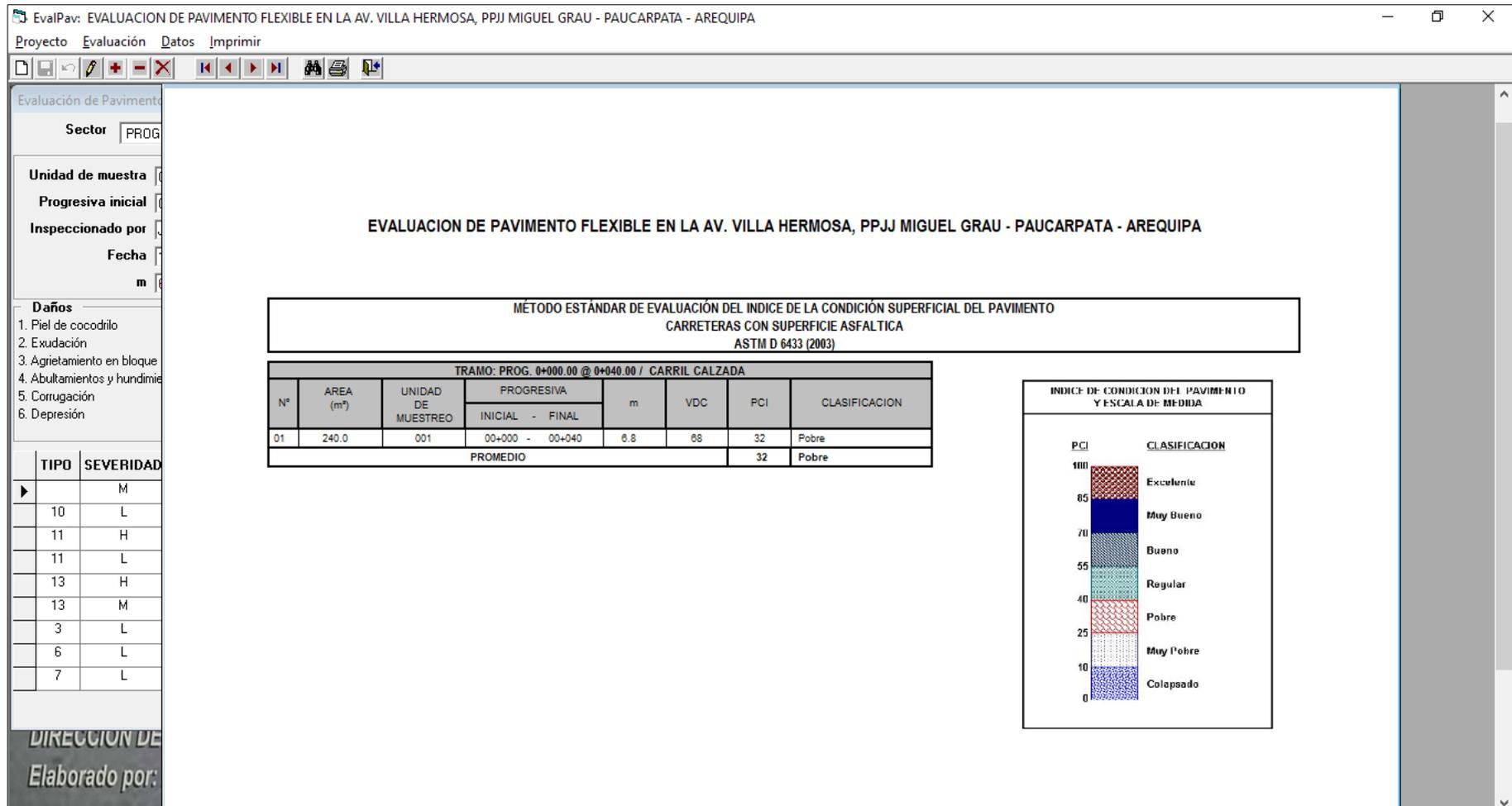


Figura N° 30: Evaluación del pavimento a través del software EvalPavCar (Resumen).

Fuente: Software EvalPavCar.

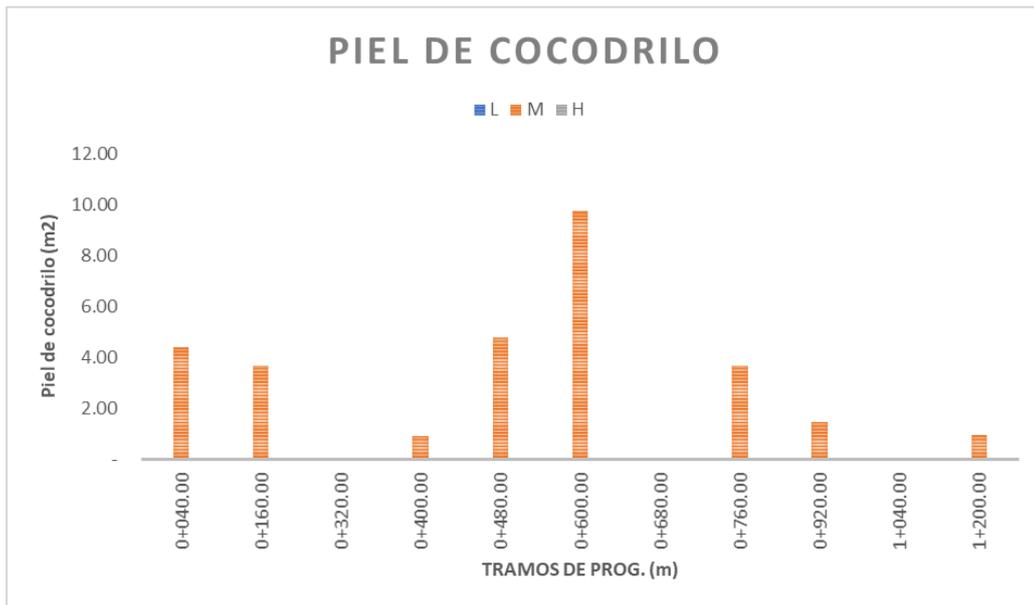
#### **4.1. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**

El análisis desarrollado en la superficie del pavimento en la av. Villa Hermosa fue realizado aplicando el método de medición de la condición actual del pavimento, aplicada a las 11 secciones seleccionadas para muestreo, según lo detallado en líneas anteriores.

Los diferentes datos obtenidos, estarán descritos bajo los lineamientos indicados en la metodología estudiada, los cuales pueden definirse como: parámetros evaluativos, índices de condición y la propia condición de la estructura, de acuerdo con la siguiente tabla:

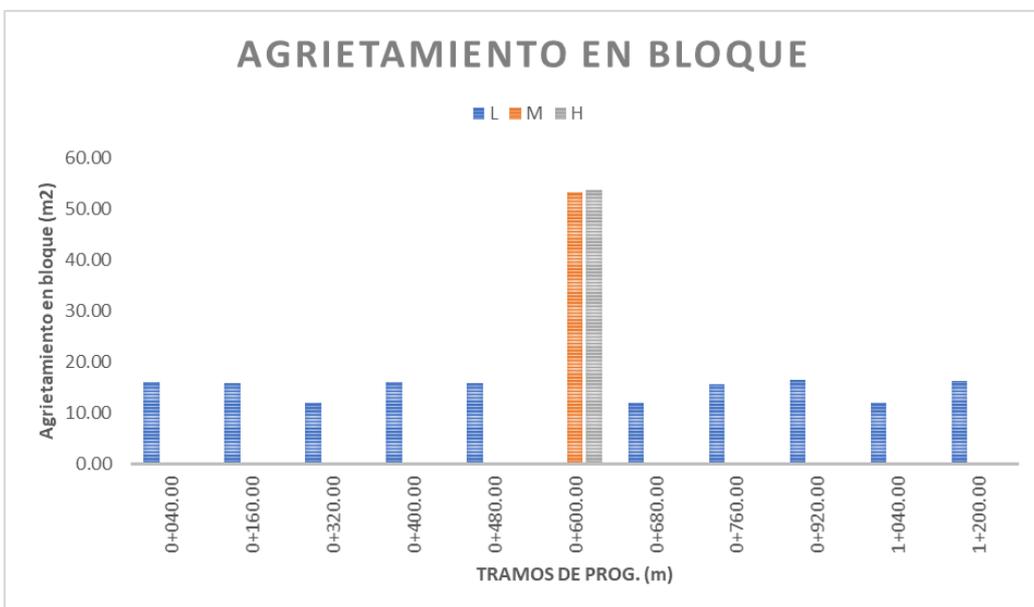


## GRÁFICOS DE DISTRIBUCIÓN DE DETERIOROS Y DAÑOS EN EL PAVIMENTO



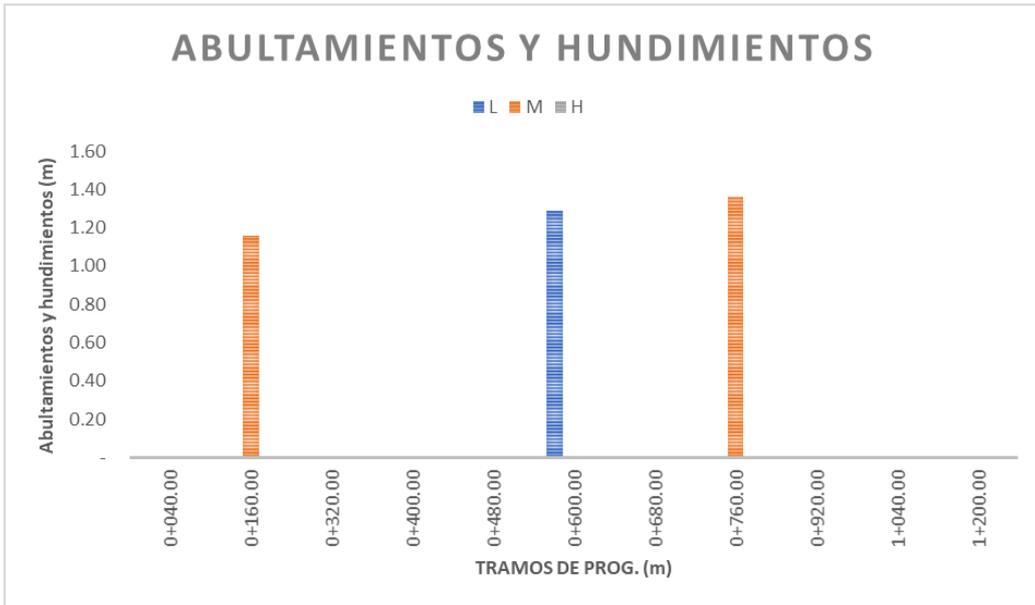
**Figura N° 31:** Distribución de daños (Prog. 0+000.00 @ 1+240.00) – Piel de cocodrilo.

Fuente: Elaboración propia.



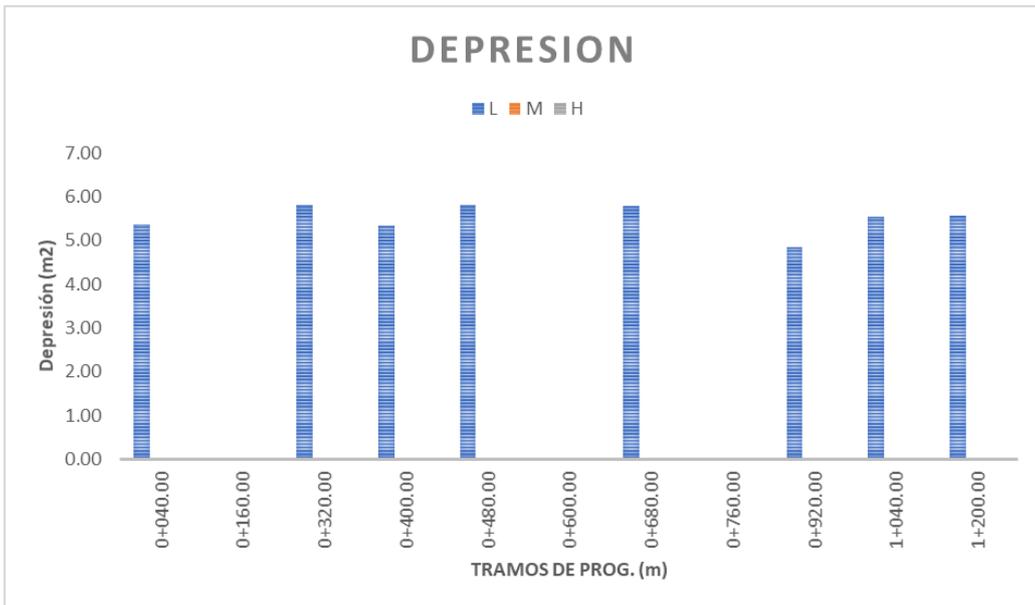
**Figura N° 32:** Distribución de daños (Prog. 0+000.00 @ 1+240.00) – Agrietamiento en bloque.

Fuente: Elaboración propia.



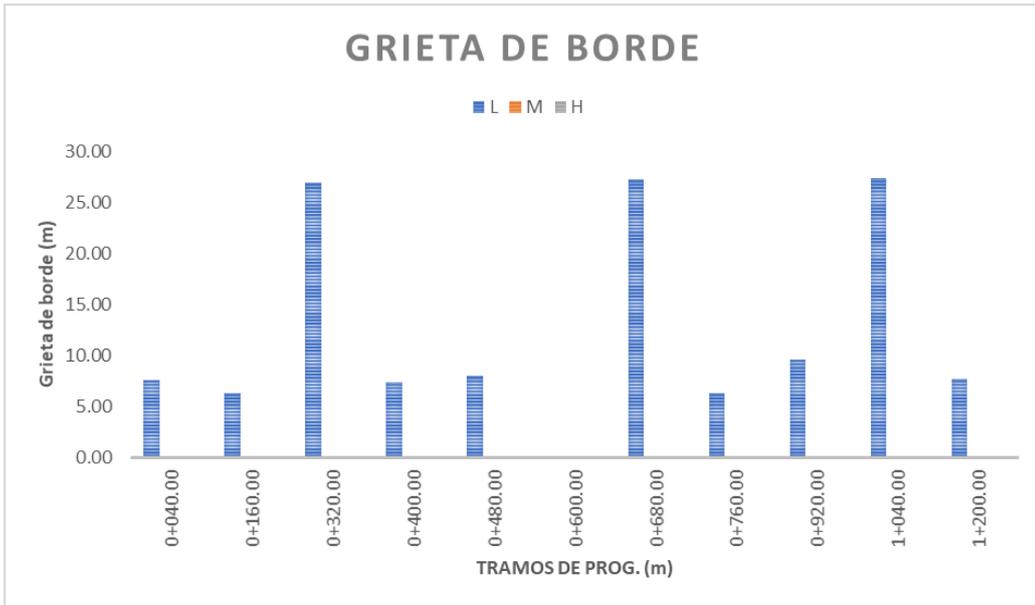
**Figura N° 33:** Distribución de daños (Prog. 0+000.00 @ 1+240.00) – Abultamientos y hundimientos.

Fuente: Elaboración propia.

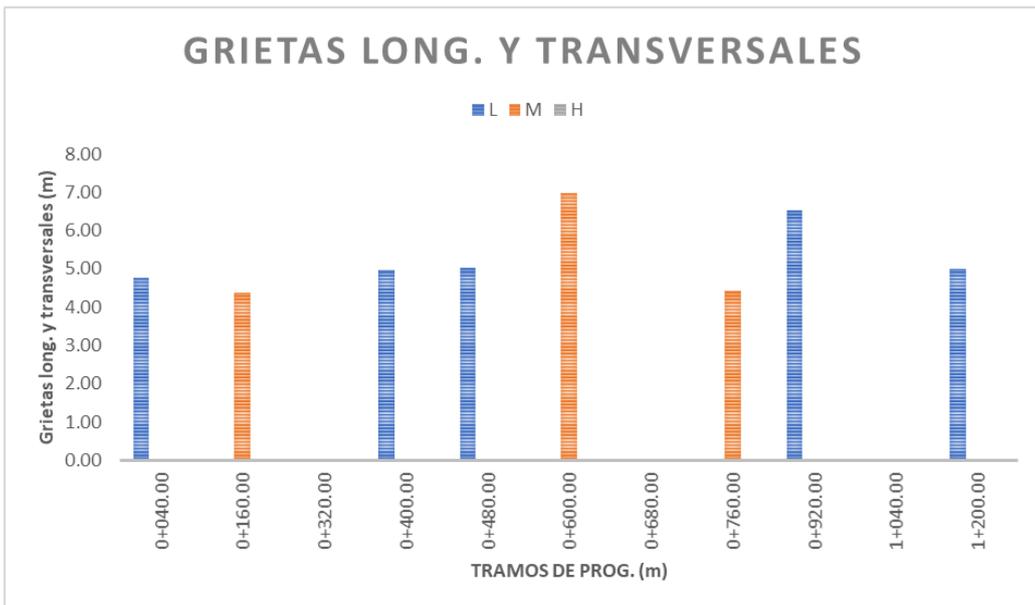


**Figura N° 34:** Distribución de daños (Prog. 0+000.00 @ 1+240.00) – Depresión.

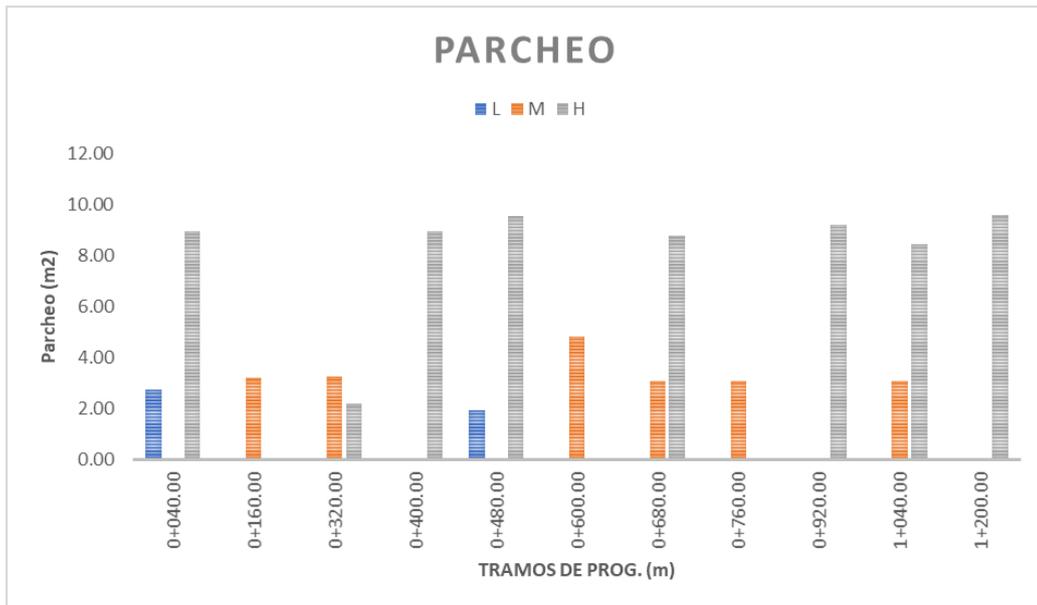
Fuente: Elaboración propia.



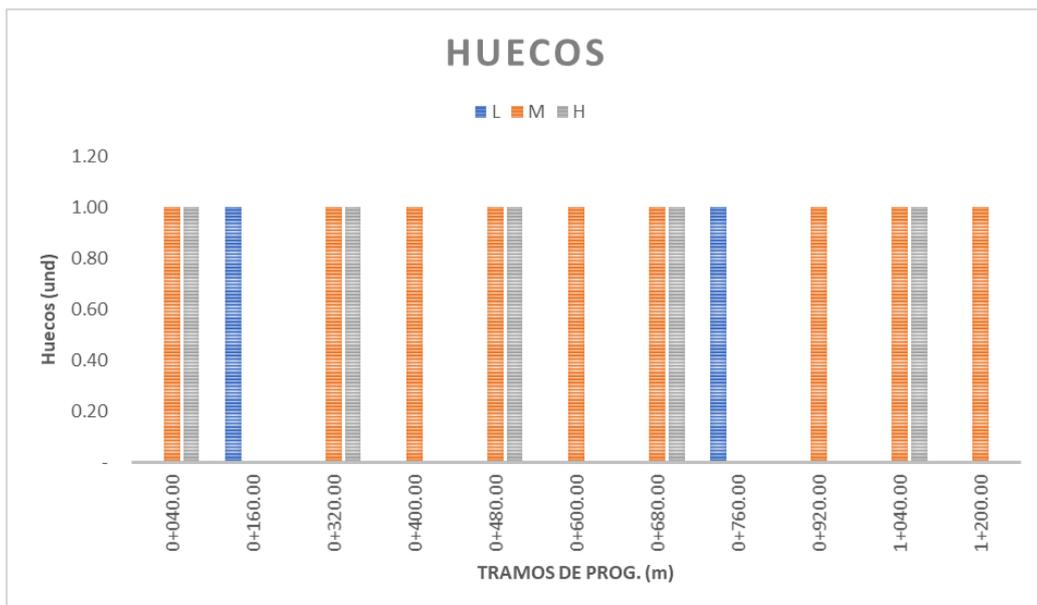
**Figura N° 35:** Distribución de daños (Prog. 0+000.00 @ 1+240.00) – Grieta de borde.  
Fuente: Elaboración propia.



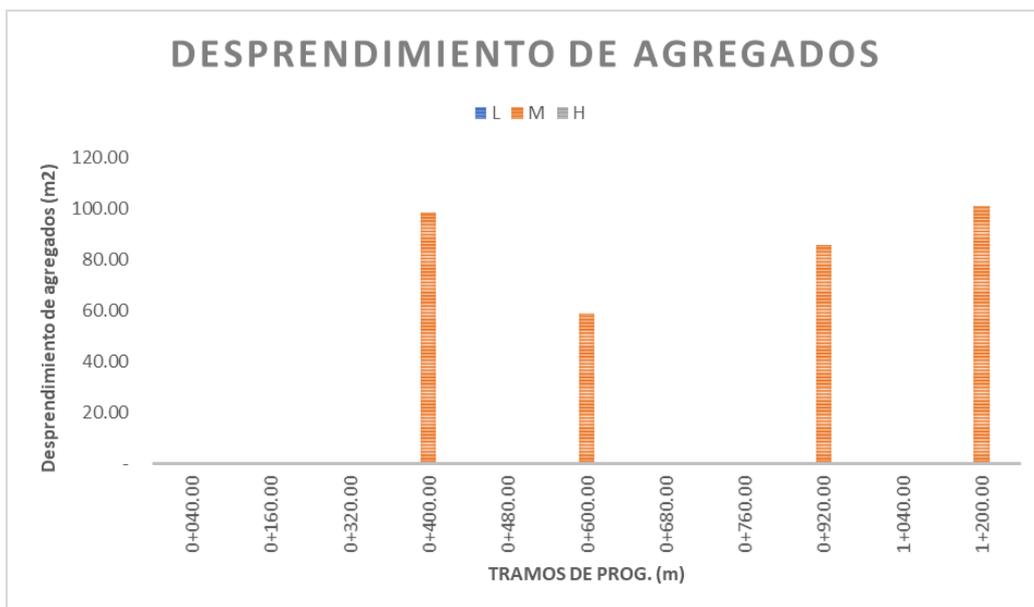
**Figura N° 36:** Distribución de daños (Prog. 0+000.00 @ 1+240.00) – Grietas long. y transversales.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura N° 37:** Distribución de daños (Prog. 0+000.00 @ 1+240.00) – Parcheo.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura N° 38:** Distribución de daños (Prog. 0+000.00 @ 1+240.00) – Huecos.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura N° 39:** Distribución de daños (Prog. 0+000.00 @ 1+240.00) – Desprendimiento de agregados.

Fuente: Elaboración propia.

Presentaremos ahora, un consolidado del metrado de las fallas obtenidas en el tramo evaluado.

ITEM	TIPO DE FALLA	UNIDAD	NIVEL DE SEVERIDAD	METRADO
1	PIEL DE COCODRILO	m2	L	0.00
			M	29.64
			H	0.00
2	EXUDACION	m2	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m2	L	147.85
			M	53.21
			H	53.54
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	m	L	1.29
			M	2.52
			H	0.00
5	CORRUGACION	m2	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
6	DEPRESION	m2	L	44.09
			M	0.00
			H	0.00

ITEM	TIPO DE FALLA	UNIDAD	NIVEL DE SEVERIDAD	METRADO
7	GRIETA DE BORDE	m	L	134.35
			M	0
			H	0
8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA	m	L	0
			M	0
			H	0
9	DESNIVEL CARRIL / BERMA	m	L	0
			M	0
			H	0
10	GRIETAS LONG. Y TRANSVERSALES	m	L	26.28
			M	15.77
			H	0
11	PARCHEO	m2	L	4.66
			M	20.48
			H	65.53
12	PULIMENTO DE AGREGADOS	m2	L	0
			M	0
			H	0
13	HUECOS	und	L	2.00
			M	9.00
			H	5.00
14	CRUCE DE VIA FERREA	m2	L	0
			M	0
			H	0
15	AHUELLAMIENTO	m2	L	0
			M	0
			H	0
16	DESPLAZAMIENTO	m2	L	0
			M	0
			H	0
17	GRIETA PARABOLICA	m2	L	0
			M	0
			H	0
18	HINCHAMIENTO	m2	L	0
			M	0
			H	0
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m2	L	0.00
			M	343.74
			H	0

**Tabla N° 08:** Cuadro de resumen del metrado de fallas (Prog. 0+000.00 @ 1+240.00).  
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con el consolidado de cantidades y metrados, de los 19 tipos de fallas en el pavimento, se aprecia que la falla con mayor incidencia de daño es la N° 19 “Desprendimiento de agregados”, con un nivel de severidad medio “M”, seguida de agrietamiento en bloque y grietas de borde como los valores más elevados respecto a los demás tipos.

#### 4.2. ÍNDICE DE CONDICIÓN

Con los parámetros de evaluación obtenidos, se presenta ahora una tabla en la que se observa los datos de estudio de las 11 unidades de muestra en la Av. Villa Hermosa, obteniendo así el PCI para cada una de ellas y el estado real en el que se encuentra la vía.

ITEM	MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	MÁXIMO VDC	PCI
1	UM – 01 – PCI	0+000.00	0+040.00	68.60	31.40
2	UM – 02 – PCI	0+120.00	0+160.00	37.29	62.71
3	UM – 03 – PCI	0+280.00	0+320.00	51.57	48.43
4	UM – 04 – PCI	0+360.00	0+400.00	59.02	40.98
5	UM – 05 – PCI	0+440.00	0+480.00	69.62	30.38
6	UM – 06 – PCI	0+560.00	0+600.00	77.19	22.81
7	UM – 07 – PCI	0+640.00	0+680.00	60.47	39.53
8	UM – 08 – PCI	0+720.00	0+760.00	38.42	61.58
9	UM – 09 – PCI	0+880.00	0+920.00	60.39	39.61
10	UM – 10 – PCI	1+000.00	1+040.00	60.16	39.84
11	UM – 11 – PCI	1+160.00	1+200.00	59.87	40.13

**Tabla N° 09:** Índice de condición del pavimento (PCI) (Prog. 0+000.00 @ 1+240.00).  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3. CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

De acuerdo con la obtención del PCI para cada uno de los tramos evaluados, procedemos ahora a clasificar textualmente la condición del estado del pavimento según el siguiente detalle:

ITEM	MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	LONIGTUD (M)	PCI	CLASIFICACIÓN
1	UM – 01 – PCI	0+000.00	0+040.00	40.00	31.40	<b>MALO</b>
2	UM – 02 – PCI	0+120.00	0+160.00	40.00	62.71	<b>BUENO</b>
3	UM – 03 – PCI	0+280.00	0+320.00	40.00	48.43	<b>REGULAR</b>
4	UM – 04 – PCI	0+360.00	0+400.00	40.00	40.98	<b>REGULAR</b>
5	UM – 05 – PCI	0+440.00	0+480.00	40.00	30.38	<b>MALO</b>
6	UM – 06 – PCI	0+560.00	0+600.00	40.00	22.81	<b>MUY MALO</b>
7	UM – 07 – PCI	0+640.00	0+680.00	40.00	39.53	<b>MALO</b>
8	UM – 08 – PCI	0+720.00	0+760.00	40.00	61.58	<b>BUENO</b>
9	UM – 09 – PCI	0+880.00	0+920.00	40.00	39.61	<b>MALO</b>
10	UM – 10 – PCI	1+000.00	1+040.00	40.00	39.84	<b>MALO</b>
11	UM – 11 – PCI	1+160.00	1+200.00	40.00	40.13	<b>REGULAR</b>

**Tabla N° 10:** Clasificación de acuerdo con el Índice de Condición del Pavimento (PCI) (Prog. 0+000.00 @ 1+240.00).  
Fuente: Elaboración propia.

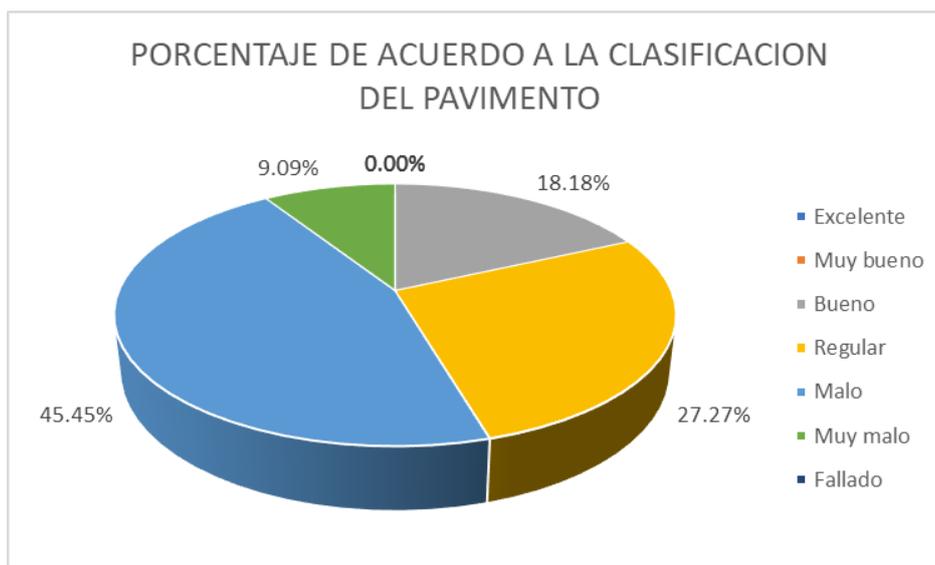
En la tabla N° 10, se aprecia la clasificación según el estado del pavimento, y al presentar distintos valores obtenidos según la evaluación, calcularemos el promedio aritmético de los valores del PCI, obteniendo así un dato general representativo del pavimento de la Av. Villa Hermosa, así como su respectiva clasificación.

El PCI general de toda la vía evaluada es de **41.58**, lo que demuestra que el estado según la clasificación del pavimento flexible es “**REGULAR**”.

AV. VILLA HERMOSA			
CLASIFICACIÓN	UNIDADES DE MUESTREO	LONGITUD (m)	PORCENTAJE
Excelente	-	-	0.00%
Muy bueno	-	-	0.00%
Bueno	2	80	18.18%
Regular	3	120	27.27%
Malo	5	200	45.45%
Muy malo	1	40	9.09%
Fallado	-	-	0.00%
TOTAL	11.00	440.00	100.00%

**Tabla N° 11:** Porcentaje que representa cada clasificación de pavimento (Prog. 0+000.00 @ 1+240.00).

Fuente: Elaboración propia.



**Figura N° 40:** Porcentaje de acuerdo con la clasificación del pavimento (Prog. 0+000.00 @ 1+240.00)

Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica mostrada (Figura N° 50), se aprecia que el 45.45% del total de muestras evaluadas, corresponden a un estado "MALO", mientras que el 27.27% se encuentra en estado "REGULAR".

#### 4.4. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Puesto que las áreas de estudio son menores a los 300 m<sup>2</sup>, se puede optar por mantenimientos menores en puntos localizados.

Para un mejor entendimiento, se cuenta con la siguiente tabla de consolidación de daños y opciones de reparación e intervención.

ITEM	TIPO DE FALLA	UNIDAD	NIVEL DE SEVERIDAD	ALTERNATIVAS DE SOLUCION
1	PIEL DE COCODRILO	m2	L	SELLO SUPERFICIAL
			M	PARCHEO PARCIAL
			H	PARCHEO PROFUNDO, SOBRECARPETA O RECONSTRUCCION
2	EXUDACION	m2	L	-
			M	APLICACIÓN DE ARENA
			H	APLICACIÓN DE ARENA/AGREGADOS (PRECALENTADO SI ES NECESARIO)
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m2	L	SELLADO DE GRIETAS CON ANCHO MAYOR A 3 MM
			M	SELLADO DE GRIETAS
			H	SELLADO DE GRIETAS O SOBRECARPETA
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	m	L	-
			M	PARCHEO PARCIAL
			H	PARCHEO PROFUNDO O SOBRECARPETA
5	CORRUGACION	m2	L	-
			M	PARCHEO PROFUNDO
			H	RECONSTRUCCION
6	DEPRESION	m2	L	-
			M	PARCHEO SUPERFICIAL O PARCIAL
			H	PARCHEO PROFUNDO
7	GRIETA DE BORDE	m	L	SELLO DE GRIETAS CON ANCHO MAYOR A 3mm
			M	SELLO DE GRIETAS, PARCHEO PARCIAL
			H	PARCHEO PARCIAL O PROFUNDO
8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA	m	L	SELLADO PARA ANCHOS MAYORES A 3mm
			M	SELLO DE GRIETAS, PARCHEO PARCIAL
			H	PARCHEO PARCIAL O RECONSTRUCCION DE JUNTA
9	DESNIVEL CARRIL / BERMA	m	L	-
			M	NIVELACION DE LAS BERMAS A NIVEL DE CARRIL
			H	-
10	GRIETAS LONG. Y TRANSVERSALES	m	L	SELLO DE GRIETAS CON ANCHO MAYOR A 3mm
			M	SELLO DE GRIETAS
			H	SELLO DE GRIETAS O PARCHEO PARCIAL
11	PARCHEO	m2	L	-
			M	SUSTITUCION DEL PARCHE (EN CASO DE REQUERIRLO)
			H	SUSTITUCION DEL PARCHE
12	PULIMENTO DE AGREGADOS	m2	L	-
			M	TRATAMIENTO SUPERFICIAL O SOBRECARPETA
			H	FRESADO Y SOBRECARPETA
13	HUECOS	und	L	PARCHEO PARCIAL
			M	PARCHEO PARCIAL O PROFUNDO
			H	PARCHEO PROFUNDO
14	CRUCE DE VIA FERREA	m2	L	-
			M	PARCHEO PARCIAL
			H	PARCHEO O RECONSTRUCCION DEL CRUCE
15	AHUELLAMIENTO	m2	L	-
			M	PARCHEO SUPERFICIAL O PARCIAL
			H	PARCHEO O RECONSTRUCCION DEL CRUCE
16	DESPLAZAMIENTO	m2	L	-
			M	PARCHEO SUPERFICIAL O PARCIAL
			H	PARCHEO PROFUNDO O FRESADO Y SOBRECARPETA
17	GRIETA PARABOLICA	m2	L	-
			M	SELLADO DE GRIETAS
			H	SELLADO DE GRIETAS O PARCHEO PARCIAL
18	HINCHAMIENTO	m2	L	-
			M	RECONSTRUCCION
			H	-
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m2	L	-
			M	SELLO SUPERFICIAL O SOBRECARPETA
			H	SOBRECARPETA O RECONSTRUCCION

**Tabla N° 12:** Alternativas de solución por fallas en pavimentos.  
Fuente: Elaboración propia.

## V. CONCLUSIONES

1. Luego de aplicar la metodología PCI, conseguimos evaluar además de clasificar el nivel de deterioro y/o conservación actual con el que cuenta la superficie del pavimento de la av. Villa Hermosa.
2. Con la identificación de las fallas, se puede obtener una matriz de consolidación de daños y propuestas de intervención, a fin de reparar, ya sea de manera superficial o profunda, y conservar de manera periódica y/o permanente las vías transitadas.
3. En los tramos evaluados, los daños con mayor grado de incidencia están representados por: piel de cocodrilo, grietas en bloque, depresiones, grietas de borde, parcheo y desprendimiento de agregados.
4. De aplicar el método del PCI, pudimos determinar el índice de condición de la av. Villa Hermosa, cuyo valor es 41.58, ubicándose en un estado de conservación regular, lo cual indica que la vía deberá tener ciertos controles periódicos a fin de mantener y/o mejorar la transitabilidad.
5. Las propuestas de intervención presentadas pertenecen al grupo de mantenimientos menores, los mismos que son ejecutados en áreas puntualizadas y se pueden clasificar de la siguiente manera: sellado de grietas, sellado superficial, bacheo superficial y bacheo profundo.
6. El método del PCI tiene como objetivo evaluar daños de manera visual y en la superficie de un pavimento, cuyos datos cuentan con buen grado de certeza, pero se debe tener en cuenta que un análisis y evaluación a nivel estructural, arrojará mejores resultados para los fines correspondientes.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Los trabajos de recopilación de información in situ, deberán de ejecutarse por profesionales y técnicos capacitados, además, deberán contar con los conocimientos acerca de los distintos tipos de fallas contemplados en la normativa vigente.
2. Es de conocimiento que, el agua en exceso vertida, producto del riego de áreas verdes, es perjudicial para los pavimentos flexibles, es por este motivo que, las entidades encargadas de estos trabajos, podrían optar por la sensibilización al personal encargado, logrando así, desacelerar el proceso de deterioro de la estructura.
3. Es necesario efectuar expedientes técnicos lo suficientemente competentes, con la calidad necesaria y la garantía de un buen trabajo, filtrando de manera explícita los estudios de mecánica de suelos, las especificaciones técnicas, los planos de detalles; además de la correcta supervisión durante la construcción de pavimento.
4. Se recomienda también, como parte del avance distrital, contar con planes de gestión vial, logrando realizar así, mantenimientos de manera preventiva que permitan conservar en buen estado las vías construidas.

## VII. REFERENCIAS

- 7.1. AQUINO Aliaga, Juan Gustavo. Determinación y evaluación de las patologías del asfalto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie del pavimento flexible del jirón Francisco Bolognesi del distrito de Satipo, provincia de Satipo, región Junín, 2017. Junín (Perú): Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, 2017.
- 7.2. BECERRA Pósito, Kevin Alberto. Mejora en la gestión de producción aplicando el lean construction en la obra de recuperación del nivel de pavimento en la pista de aterrizaje del AIJCH. Lima (Perú): Universidad Privada del Norte, 2020.
- 7.3. CARRILLO Cumpa, Luis Alberto y ZAMBRANO Diaz, Néstor Alfonso. Evaluación superficial del pavimento flexible de la calle Manuel Arteaga entre la calle Pascual Saco y la calle Los Naranjos, por el método del PCI, distrito de Chiclayo, provincia de Chiclayo, región de Lambayeque. Lambayeque (Perú): Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2019.
- 7.4. CHICCHÓN Díaz, Edinson Joao. Aplicación de las metodologías PCI y VIZIR en la evaluación del estado del pavimento flexible de la vía de evitamiento sur de la ciudad de Cajamarca. Cajamarca (Perú): Universidad Privada del Norte, 2017.
- 7.5. CHOQUE Palacios, Juan Artemio. Estudio comparativo del método PCI y el manual de conservación vial MTC en la evaluación superficial de pavimento flexible, tramo Emp.pe-3s-Atuncolla, 2017. Puno (Perú): Universidad Nacional del Altiplano, 2019.
- 7.6. COARI Pelinco, Edgar Froilán. Aplicación de la metodología PCI para la evaluación superficial del pavimento flexible de la av. Aviación de la ciudad de Juliaca en el 2017. Juliaca (Perú): Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, 2017.
- 7.7. CÓRDOVA Heysen, Widmer Romaín. Diagnostico situacional del estado de conservación de la pavimentación flexible de la prolongación santa tramo canal Mochica y avenida América utilizando el método Índice de Condición del Pavimento, Trujillo 2017. Trujillo (Perú): Universidad Privada de Trujillo, 2017.
- 7.8. DÁVILA Vidarte, Domingo Jorge Luis; HUANGAL Castañeda, Nelson Enrique y SALAZAR Bravo, Wesley Amado. Aplicación del método del PCI en la evaluación

superficial del pavimento rígido de la vía canal de la avenida Chiclayo distrito José Leonardo Ortiz, provincia de Chiclayo periodo 2016 Lambayeque (Perú): Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2017.

- 7.9.** GAMBOA Allauca, Junio Edwin y JARA Valverde, Jordan Patrick. Aplicación del método PCI en la superficie del pavimento flexible del cruce Huanchac subida al Pinar, Independencia – Huaraz – 2019. Huaraz (Perú): Universidad Cesar Vallejo, 2019.
- 7.10.** GARCÍA Salazar, Daniel Ricardo y SILVA Castillo, Daniel Alberto. Análisis comparativo de metodologías de evaluación VIZIR y PCI (parte A), aplicando a la estructura de pavimentos de una vía urbana, en el barrio chico norte (localidad Chapinero). Bogotá (Colombia): Universidad Militar Nueva Granada, 2018.
- 7.11.** GONZALEZ Fernández, Hilda; RUIZ Caballero, Pilar y GUERRERO Valverde, Denisse. Propuesta de metodología para la evaluación de pavimentos mediante el índice de condición del pavimento (PCI). Cuba, 2018.
- 7.12.** LEGUÍA Loarte, Paola Beatriz y PACHECO Risco, Hans Fernando. Evaluación superficial del pavimento flexible por el método pavement condition index (PCI) en las vías arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho – Huaura – Lima). Lima (Perú) – Universidad San Martín De Porres, 2016.
- 7.13.** MUÑOZ Salazar, Luis Ángel. Evaluación superficial del pavimento flexible del tramo 3 de la carretera interoceánica norte Perú – Brasil aplicando el método PCI. Lima (Perú): Universidad Privada del Norte, 2018.
- 7.14.** MURGA Villanueva, Christian Fabrizio y ZERPA Rodríguez, Roger Kevin. Determinación del estado de conservación superficial del pavimento flexible aplicando los métodos del PCI y VIZIR en la avenida Costa Rica y prolongación César Vallejo, Trujillo. Trujillo (Perú): Universidad Privada Antenor Orrego, 2019.
- 7.15.** PAYÉ Puma, Santy Paúl. Evaluación estructural con la metodología PCI del pavimento flexible deteriorado por la transitabilidad y funcionamiento de las obras de drenaje en la av. Tacna de la ciudad de Juliaca. Juliaca (Perú): Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, 2019.

- 7.16.** PORTA Romero, Soledad Yanina. Evaluación y comparación de metodologías Índice de Condición de Pavimentos (PCI) y Visión e Inspección de Zonas de Itinerarios de Riesgos (VIZIR) en la avenida Mariscal Castilla tramo: fundo El Porvenir - La Victoria. Huancayo (Perú): Universidad Nacional del Centro del Perú, 2016.
- 7.17.** RAMOS Quispe, Claverth y RAMOS Quispe, Ronald. Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en la vía: Palca – Laimina – Huancavelica. Huancavelica (Perú): Universidad Nacional de Huancavelica, 2018.
- 7.18.** RÍOS Cotazo, Norma Ximena. Revisión de métodos para la clasificación de fallas superficiales en pavimentos flexibles. Bogotá (Colombia): Universidad Militar Nueva Granada, 2020.
- 7.19.** RUITÓN Quiroz, Marcos Manuel. Aplicación de los métodos VIZIR y PCI y su incidencia en la evaluación del estado de la carretera San Marcos Ichocán: 2018. Lima (Perú): Universidad Privada Del Norte, 2018.
- 7.20.** RUIZ Martínez, Diego Alejandro. Aplicación de metodología de evaluación PCI a pavimento flexible en la localidad de Engativá. Bogotá (Colombia): Universidad Militar Nueva Granada, 2019.
- 7.21.** SULLCA Esplana, Erick Rubén. Evaluación de la capacidad estructural y funcional del pavimento según la norma peruana de pavimentos, durante el proceso de construcción de la carretera Huancavelica - Lircay, periodo 2016. Huancavelica (Perú): Universidad Nacional de Huancavelica, 2016.
- 7.22.** TACZA Herrera, Erica Betsabé y RODRÍGUEZ Páez, Braulio Omar. Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado. Lima (Perú): Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2018.

- 7.23.** TINEO Oropeza, Ivellise Leonor. Evaluación del estado del pavimento asfáltico aplicando los métodos PCI y VIZIR para proponer alternativas de mantenimiento – Av. Canto Grande. Lima (Perú): Universidad Ricardo Palma, 2019.
- 7.24.** YESQUEN Granda, Irwin Andrés. Gestión y conservación de pavimentos flexibles, a través del índice de desempeño "PCI" en el entorno del distrito de Surquillo – Lima. Lima (Perú): Universidad Nacional de Piura, 2016.
- 7.25.** ZEVALLOS Gamarra, Rafael Ernesto. Identificación y evaluación de las fallas superficiales en los pavimentos flexibles de algunas vías de la ciudad de Barranca – 2017. Lima (Perú): Universidad Cesar Vallejo, 2018.

## VIII. DECLARACION JURADA

### DECLARACION JURADA

Yo, José Arturo Monrroy Garrido, identificado con DNI N° 73351235, con domicilio en Urb. Carlos García Ronceros D-202 – Miraflores – Arequipa

### DECLARO BAJO JURAMENTO

Utilizar la información autorizada por el Gobierno Regional de Arequipa, con RUC 20498390570, únicamente para elaborar el presente trabajo de suficiencia profesional.

En señal de conformidad, procedo a firmar el presente documento.

Arequipa, 02 de agosto del 2021.

  
José Arturo Monrroy Garrido  
DNI 73351235



## IX. ANEXOS

### 9.1. TABLAS DE REGISTRO PCI

- UNIDAD DE MUESTRA 01:

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES											
MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)											
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO EN VÍAS ASFALTADAS											
PROYECTO:	EVALUACION DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. VILLA HERMOSA, PPJJ MIGUEL GRAU - PAUCARPATA - AREQUIPA										
NOMBRE DE VÍA:	AVENIDA VILLA HERMOSA					UNIDAD DE MUESTRA:	UM-01-PCI				
EVALUADOR:	JOSE ARTURO MONRROY GARRIDO					LONG. DE TRAMO (m):	40.00				
PROG. INICIAL:	0+000.00					ANCHO DE VÍA (m):	6.00				
PROG. FINAL:	0+040.00					AREA DE LA UM (m2):	240.00				
LADO:	MARGEN DERECHO					FECHA DE EVAL:	1/08/2021				
DAÑOS EN PAVIMENTO ASFÁLTICO				MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)							
Nº	DAÑO	CÓDIGO	UNIDAD	Baja			Low			L	
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	Media			Medium <td colspan="2">M</td>			M	
2	Exudación	EX	m2	Alta			High <td colspan="2">H</td>			H	
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2								
4	Abultamientos y hundimientos	ABH	m								
5	Corrugación	COR	m2								
6	Depresión	DEP	m2								
7	Grieta de borde	GB	m								
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m								
9	Desnivel carril / berma	DN	m								
10	Grietas long. y transversales	GLT	m								
11	Parcheo	PA	m2								
12	Pulimento de agregados	PU	m2								
13	Huecos	HUE	und								
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2								
15	Ahuellamiento	AHU	m2								
16	Desplazamiento	DES	m2								
17	Grieta parabólica	GP	m2								
18	Hinchamiento	HN	m2								
19	Desprendimiento de agregados	DAG	m2								
CONDICIÓN DEL ESTADO DE PAVIMENTO											
				PCI				CLASIFICACIÓN			
				85	100	Excelente					
				70	85	Muy bueno					
				55	70	Bueno					
				40	55	Regular					
				25	40	Malo					
				10	25	Muy malo					
				0	10	Fallado					
ÍTEM	DAÑO	SEVERIDAD	UNIDAD	UBICACIÓN		ÁREA / LONGITUD / UNIDAD			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	
				X (m)	Y (m)	L (m)	A (m)	UNIDAD			
A	PC	M	m2	1.91	15.28	3.61	0.95		3.43	4.4	
B	PC	M	m2	1.49	32.15	2.15	0.45		0.97		
C	BLO	L	m2	2.68	23.88	4.03	3.95		15.92	15.92	
D	DEP	L	m2	2.97	28.78	2.14	2.51		5.37	5.37	
E	GB	L	m	5.84	19.79	7.55			7.55	7.55	
F	GLT	L	m	3.03	37.16	4.78			4.78	4.78	
G	PA	H	m2	4.19	11.06	7.62	1.17		8.92		
H	PA	L	m2	4.49	4.01	1.68	1.63		2.74	11.66	
I	HUE	M	und	5.06	34.33			1.00	1.00	2.00	
J	HUE	H	und	1.35	6.87			1.00	1.00		
FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
PC	M	m2	3.43	0.97	-	-	-	-	4.40	1.83	27.15
BLO	L	m2	15.92	-	-	-	-	-	15.92	6.63	6.08
DEP	L	m2	5.37	-	-	-	-	-	5.37	2.24	5.74
GB	L	m	7.55	-	-	-	-	-	7.55	3.15	3.43
GLT	L	m	4.78	-	-	-	-	-	4.78	1.99	0.10
PA	H	m2	8.92	-	-	-	-	-	8.92	3.72	33.68
PA	L	m2	2.74	-	-	-	-	-	2.74	1.14	2.59
HUE	M	und	1.00	-	-	-	-	-	1.00	0.42	17.86
HUE	H	und	1.00	-	-	-	-	-	1.00	0.42	36.52
			<b>TOTAL</b>							<b>133.15</b>	
Número de valores deducidos > 2 (q):			8								
Valor deducido más alto (HVDi)			36.52								
Número máximo de valores deducidos (m)			7								
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$											
CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO											
Nº	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC
1	36.52	33.68	27.15	17.86	6.08	5.74	3.43		130.46	7.00	63.18
2	36.52	33.68	27.15	17.86	6.08	5.74	2		129.03	6.00	62.61
3	36.52	33.68	27.15	17.86	6.08	2	2		125.29	5.00	64.65
4	36.52	33.68	27.15	17.86	2	2	2		121.21	4.00	68.60
5	36.52	33.68	27.15	2	2	2	2		105.35	3.00	65.68
6	36.52	33.68	2	2	2	2	2		80.20	2.00	58.12
7	36.52	2	2	2	2	2	2		48.52	1.00	48.52
8											
9											
<b>Máximo VDC =</b>											<b>68.60</b>
<b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):</b>						PCI =	100 - (Máx VDC o Total VD)				
						PCI =	<b>31.40</b>				
<b>CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO:</b>						<b>Malo</b>					



• UNIDAD DE MUESTRA 03:

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES												
MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)												
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO EN VÍAS ASFALTADAS												
PROYECTO:	EVALUACION DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. VILLA HERMOSA, PPJJ MIGUEL GRAU - PAUCARPATA - AREQUIPA											
NOMBRE DE VÍA:	AVENIDA VILLA HERMOSA				UNIDAD DE MUESTRA:	UM-03-PCI						
EVALUADOR:	JOSE ARTURO MONRROY GARRIDO				LONG. DE TRAMO (m):	40.00						
PROG. INICIAL:	0+280.00				ANCHO DE VÍA (m):	6.00						
PROG. FINAL:	0+320.00				AREA DE LA UM (m2):	240.00						
LADO:	MARGEN DERECHO				FECHA DE EVAL:	1/08/2021						
DAÑOS EN PAVIMENTO ASFÁLTICO												
N°	DAÑO	CÓDIGO	UNIDAD	MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)								
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	Baja	Low	L						
2	Exudación	EX	m2	Media	Medium	M						
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2	Alta	High	H						
4	Abultamientos y hundimientos	ABH	m									
5	Corrugación	COR	m2									
6	Depresión	DEP	m2									
7	Grieta de borde	GB	m									
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m									
9	Desnivel carril / berma	DN	m									
10	Grietas long. y transversales	GLT	m									
11	Parqueo	PA	m2									
12	Pulimento de agregados	PU	m2									
13	Huecos	HUE	und									
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2									
15	Ahuellamiento	AHU	m2									
16	Desplazamiento	DES	m2									
17	Grieta parabólica	GP	m2									
18	Hinchamiento	HN	m2									
19	Desprendimiento de agregados	DAG	m2									
CONDICIÓN DEL ESTADO DE PAVIMENTO												
PCI		CLASIFICACIÓN										
85	100	Excelente										
70	85	Muy bueno										
55	70	Bueno										
40	55	Regular										
25	40	Malo										
10	25	Muy malo										
0	10	Fallado										
ÍTEM	DAÑO	SEVERIDAD	UNIDAD	UBICACIÓN		ÁREA / LONGITUD / UNIDAD		CANTIDADES PARCIALES	TOTAL			
A	BLO	L	m2	X (m)	Y (m)	L (m)	A (m)	UNIDAD				
B	DEP	L	m2	2.63	22.83	3.05	3.95		12.05	12.05		
C	GB	L	m	2.99	10.46	2.32	2.51		5.82	5.82		
D	GB	L	m	0.21	34.62	9.14			9.14	26.92		
E	GB	L	m	0.22	17.24	9.15			9.15			
F	GB	L	m	5.85	17.45	8.63			8.63			
G	PA	H	m2	3.93	3.33	1.78	1.22		2.17	5.4		
H	PA	M	m2	4.61	38.65	1.63	1.98		3.23			
I	HUE	M	und	5.07	33.65			1.00	1.00	2.00		
J	HUE	H	und	1.36	7.91			1.00	1.00			
FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
BLO	L	m2	12.05	-	-	-	-	-	-	12.05	5.02	5.01
DEP	L	m	5.82	-	-	-	-	-	-	5.82	2.43	6.00
GB	L	m	9.14	9.15	8.63	-	-	-	-	26.92	11.22	5.17
PA	H	m2	2.17	-	-	-	-	-	-	2.17	0.90	19.00
PA	M	m2	3.23	-	-	-	-	-	-	3.23	1.35	11.57
HUE	M	und	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00	0.42	17.86
HUE	H	und	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00	0.42	36.52
									TOTAL		101.13	
Número de valores deducidos > 2 (q):			7									
Valor deducido más alto (HVDI)			36.52									
Número máximo de valores deducidos (m)			7									
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$												
CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO												
N°	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC		
1	36.52	19.00	17.86	11.57	6.00	5.02	5.01	100.98	7.00	49.49		
2	36.52	19.00	17.86	11.57	6.00	5.02	2.00	97.97	6.00	47.99		
3	36.52	19.00	17.86	11.57	6.00	2.00	2.00	94.95	5.00	48.97		
4	36.52	19.00	17.86	11.57	2.00	2.00	2.00	90.95	4.00	51.57		
5	36.52	19.00	17.86	2.00	2.00	2.00	2.00	81.38	3.00	51.40		
6	36.52	19.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	65.52	2.00	47.86		
7	36.52	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	48.52	1.00	48.52		
8												
9												
									Máximo VDC =	51.57		
				ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):		PCI =	100 - (Máx VDC o Total VD)					
						PCI =	48.43					
				CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO:		Regular						

• UNIDAD DE MUESTRA 04:

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES											
MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)											
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO EN VÍAS ASFALTADAS											
PROYECTO:	EVALUACION DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. VILLA HERMOSA, PPJJ MIGUEL GRAU - PAUCARPATA - AREQUIPA										
NOMBRE DE VÍA:	AVENIDA VILLA HERMOSA					UNIDAD DE MUESTRA:	UM-04-PCI				
EVALUADOR:	JOSE ARTURO MONRROY GARRIDO					LONG. DE TRAMO (m):	40.00				
PROG. INICIAL:	0+360.00					ANCHO DE VÍA (m):	6.00				
PROG. FINAL:	0+400.00					AREA DE LA UM (m2):	240.00				
LADO:	MARGEN DERECHO					FECHA DE EVAL:	1/08/2021				
DAÑOS EN PAVIMENTO ASFÁLTICO											
N°	DAÑO	CÓDIGO	UNIDAD	MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)							
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	Baja	Low	L					
2	Exudación	EX	m2	Media	Medium	M					
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2	Alta	High	H					
4	Abultamientos y hundimientos	ABH	m								
5	Corrugación	COR	m2								
6	Depresión	DEP	m2								
7	Grieta de borde	GB	m								
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m								
9	Desnivel carril / berma	DN	m								
10	Grietas long. y transversales	GLT	m								
11	Parqueo	PA	m2								
12	Pulimento de agregados	PU	m2								
13	Huecos	HUE	und								
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2								
15	Ahuellamiento	AHU	m2								
16	Desplazamiento	DES	m2								
17	Grieta parabólica	GP	m2								
18	Hinchamiento	HN	m2								
19	Desprendimiento de agregados	DAG	m2								
CONDICIÓN DEL ESTADO DE PAVIMENTO											
PCI		CLASIFICACIÓN									
85	100	Excelente									
70	85	Muy bueno									
55	70	Bueno									
40	55	Regular									
25	40	Malo									
10	25	Muy malo									
0	10	Fallado									
ÍTEM	DAÑO	SEVERIDAD	UNIDAD	UBICACIÓN		ÁREA / LONGITUD / UNIDAD			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	
				X (m)	Y (m)	L (m)	A (m)	UNIDAD			
A	PC	M	m2	1.78	22.83	2.14	0.42		0.9	0.9	
B	BLO	L	m2	2.97	10.46	4.09	3.93		16.07	16.07	
C	DEP	L	m2	0.19	34.62	2.13	2.51		5.35	5.35	
D	GB	L	m	0.24	17.24	7.32			7.32	7.32	
E	GLT	L	m	5.83	17.45	4.96			4.96	4.96	
F	PA	H	m2	2.81	31.61	7.62	1.17		8.92	8.92	
G	HUE	M	und	4.64	38.65			1.00	1.00	1.00	
H	DAG	M	m2	5.06	33.55	32.63	3.02		98.54	98.54	
FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
PC	M	m2	0.90	-	-	-	-	-	0.90	0.38	13.12
BLO	L	m2	16.07	-	-	-	-	-	16.07	6.70	6.12
DEP	L	m2	5.35	-	-	-	-	-	5.35	2.23	4.52
GB	L	m	7.32	-	-	-	-	-	7.32	3.05	3.41
GLT	L	m	4.96	-	-	-	-	-	4.96	2.07	0.23
PA	H	m2	8.92	-	-	-	-	-	8.92	3.72	33.68
HUE	M	und	1.00	-	-	-	-	-	1.00	0.42	17.86
DAG	M	m2	98.54	-	-	-	-	-	98.54	41.06	33.37
									TOTAL		112.31
Número de valores deducidos > 2 (q):			7								
Valor deducido más alto (HVDi)			33.68								
Número máximo de valores deducidos (m)			7								
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$											
CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO											
N°	VALORES DEDUCIDOS							VDI	q	VDC	
1	33.68	33.37	17.86	13.12	6.12	4.52	3.41	112.08	7.00	55.04	
2	33.68	33.37	17.86	13.12	6.12	4.52	2.00	110.67	6.00	54.34	
3	33.68	33.37	17.86	13.12	6.12	2.00	2.00	108.15	5.00	56.08	
4	33.68	33.37	17.86	13.12	2.00	2.00	2.00	104.03	4.00	59.02	
5	33.68	33.37	17.86	2.00	2.00	2.00	2.00	92.91	3.00	58.75	
6	33.68	33.37	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	77.05	2.00	55.93	
7	33.68	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	45.68	1.00	45.68	
8											
9											
Máximo VDC =										59.02	
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):						PCI =	100 - (Máx VDC o Total VD)				
						PCI =	40.98				
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO:						Regular					

• UNIDAD DE MUESTRA 05:

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES											
MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)											
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO EN VÍAS ASFALTADAS											
PROYECTO:	EVALUACION DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. VILLA HERMOSA, PPJJ MIGUEL GRAU - PAUCARPATA - AREQUIPA										
NOMBRE DE VÍA:	AVENIDA VILLA HERMOSA				UNIDAD DE MUESTRA:	UM-05-PCI					
EVALUADOR:	JOSE ARTURO MONRROY GARRIDO				LONG. DE TRAMO (m):	40.00					
PROG. INICIAL:	0+440.00				ANCHO DE VÍA (m):	6.00					
PROG. FINAL:	0+480.00				AREA DE LA UM (m2):	240.00					
LADO:	MARGEN DERECHO				FECHA DE EVAL:	1/08/2021					
DAÑOS EN PAVIMENTO ASFÁLTICO				MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)							
N°	DAÑO	CÓDIGO	UNIDAD	Baja			Low			L	
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	Media			Medium <td>M</td>			M	
2	Exudación	EX	m2	Alta			High <td>H</td>			H	
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2								
4	Abultamientos y hundimientos	ABH	m								
5	Corrugación	COR	m2								
6	Depresión	DEP	m2								
7	Grieta de borde	GB	m								
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m								
9	Desnivel carril / berma	DN	m								
10	Grietas long. y transversales	GLT	m								
11	Parqueo	PA	m2								
12	Pulimento de agregados	PU	m2								
13	Huecos	HUE	und								
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2								
15	Ahuellamiento	AHU	m2								
16	Desplazamiento	DES	m2								
17	Grieta parabólica	GP	m2								
18	Hinchamiento	HN	m2								
19	Desprendimiento de agregados	DAG	m2								
CONDICIÓN DEL ESTADO DE PAVIMENTO											
PCI					CLASIFICACIÓN						
85					100						Excelente
70					85						Muy bueno
55					70						Bueno
40					55						Regular
25					40						Malo
10					25						Muy malo
0					10						Fallado
ÍTEM	DAÑO	SEVERIDAD	UNIDAD	UBICACIÓN		ÁREA / LONGITUD / UNIDAD			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	
				X (m)	Y (m)	L (m)	A (m)	UNIDAD			
A	PC	M	m2	1.71	14.23	3.52	0.93		3.27		
B	PC	M	m2	1.63	33.25	2.36	0.64		1.51	4.78	
C	BLO	L	m2	2.69	24.58	4.01	3.92		15.72	15.72	
D	DEP	L	m2	3.01	29.41	2.21	2.63		5.81	5.81	
E	GB	L	m	5.76	20.14	8.01			8.01	8.01	
F	GLT	L	m	3.01	39.06	5.03			5.03	5.03	
G	PA	H	m2	4.28	12.05	7.63	1.25		9.54		
H	PA	L	m2	4.51	3.56	1.42	1.35		1.92	11.46	
I	HUE	M	und	5.34	33.25			1.00	1.00		
J	HUE	H	und	1.39	6.98			1.00	1.00	2.00	
FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
PC	M	m2	3.27	1.51	-	-	-	-	4.78	1.99	28.14
BLO	L	m2	15.72	-	-	-	-	-	15.72	6.55	6.03
DEP	L	m2	5.81	-	-	-	-	-	5.81	2.42	5.99
GB	L	m	8.01	-	-	-	-	-	8.01	3.34	3.47
GLT	L	m	5.03	-	-	-	-	-	5.03	2.10	0.29
PA	H	m2	9.54	-	-	-	-	-	9.54	3.98	34.72
PA	L	m2	1.92	-	-	-	-	-	1.92	0.80	1.90
HUE	M	und	1.00	-	-	-	-	-	1.00	0.42	17.86
HUE	H	und	1.00	-	-	-	-	-	1.00	0.42	36.52
									<b>TOTAL</b>		134.92
Número de valores deducidos > 2 (q):			7								
Valor deducido más alto (HVDi)			36.52								
Número máximo de valores deducidos (m)			7								
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$											
CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO											
N°	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC	
1	36.52	34.72	28.14	17.86	6.03	5.99	3.47	132.73	7.00	61.18	
2	36.52	34.72	28.14	17.86	6.03	5.74	2.00	131.01	6.00	63.40	
3	36.52	34.72	28.14	17.86	6.03	2.00	2.00	127.27	5.00	65.63	
4	36.52	34.72	28.14	17.86	2.00	2.00	2.00	123.24	4.00	69.62	
5	36.52	34.72	28.14	2.00	2.00	2.00	2.00	107.38	3.00	66.69	
6	36.52	34.72	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	81.24	2.00	58.74	
7	36.52	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	48.52	1.00	48.52	
8											
9											
									<b>Máximo VDC =</b>	69.62	
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):							PCI =	100 - (Máx VDC o Total VD)			
							PCI =	30.38			
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO:							Malo				

• UNIDAD DE MUESTRA 06:

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES											
MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)											
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO EN VÍAS ASFALTADAS											
PROYECTO:	EVALUACION DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. VILLA HERMOSA, PPJJ MIGUEL GRAU - PAUCARPATA - AREQUIPA										
NOMBRE DE VÍA:	AVENIDA VILLA HERMOSA						UNIDAD DE MUESTRA:	UM-06-PCI			
EVALUADOR:	JOSE ARTURO MONRROY GARRIDO						LONG. DE TRAMO (m):	40.00			
PROG. INICIAL:	0+560.00						ANCHO DE VÍA (m):	6.00			
PROG. FINAL:	0+600.00						AREA DE LA UM (m2):	240.00			
LADO:	MARGEN DERECHO						FECHA DE EVAL:	1/08/2021			
DAÑOS EN PAVIMENTO ASFÁLTICO				MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)							
Nº	DAÑO	CÓDIGO	UNIDAD	Baja			Low			L	
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	Media			Medium			M	
2	Exudación	EX	m2	Alta			High			H	
3	Agrielamiento en bloque	BLO	m2								
4	Abultamientos y hundimientos	ABH	m								
5	Corrugación	COR	m2								
6	Depresión	DEP	m2								
7	Grieta de borde	GB	m								
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m								
9	Desnivel carril / berma	DN	m								
10	Grietas long. y transversales	GLT	m								
11	Parcheo	PA	m2								
12	Pulimento de agregados	PU	m2								
13	Huecos	HUE	und								
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2								
15	Ahuellamiento	AHU	m2								
16	Desplazamiento	DES	m2								
17	Grieta parabólica	GP	m2								
18	Hinchamiento	HN	m2								
19	Desprendimiento de agregados	DAG	m2								
CONDICIÓN DEL ESTADO DE PAVIMENTO				PCI		CLASIFICACIÓN					
				85	100	Excelente					
				70	85	Muy bueno					
				55	70	Bueno					
				40	55	Regular					
				25	40	Malo					
				10	25	Muy malo					
				0	10	Fallado					
ÍTEM	DAÑO	SEVERIDAD	UNIDAD	UBICACIÓN		ÁREA / LONGITUD / UNIDAD		CANTIDADES PARCIALES	TOTAL		
				X (m)	Y (m)	L (m)	A (m)	UNIDAD			
A	PC	M	m2	2.75	22.83	3.05	3.20		9.75	9.75	
B	BLO	M	m2	2.99	10.46	8.42	6.32		53.21	53.21	
C	BLO	H	m2	0.21	34.62	11.32	4.73		53.54	53.54	
D	ABH	L	m	0.22	17.24	1.29			1.29	1.29	
E	GLT	M	m	5.85	17.45	6.98			6.98	6.98	
G	PA	M	m2	4.61	38.65	1.69	2.85		4.82	4.82	
H	HUE	M	und	5.07	33.65			1.00	1.00	1.00	
I	DAG	M	m2	1.36	7.91	19.87	2.96		58.82	58.82	
FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
PC	M	m2	9.75	-	-	-	-	-	9.75	4.06	35.74
BLO	M	m2	53.21	-	-	-	-	-	53.21	22.17	24.01
BLO	H	m2	53.54	-	-	-	-	-	53.54	22.31	41.07
ABH	L	m	1.29	-	-	-	-	-	1.29	0.54	1.84
GLT	M	m	6.98	-	-	-	-	-	6.98	2.91	6.69
PA	M	m2	4.82	-	-	-	-	-	4.82	2.01	14.33
HUE	M	und	1.00	-	-	-	-	-	1.00	0.42	17.86
DAG	M	m2	58.82	-	-	-	-	-	58.82	24.51	27.37
									TOTAL		168.91
Número de valores deducidos > 2 (q):			7								
Valor deducido más alto (HVD):			41.07								
Número máximo de valores deducidos (m):			6								
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$											
CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO											
Nº	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC	
1	41.07	35.74	27.37	24.01	17.86	14.33	6.69	167.07	7.00	75.41	
2	41.07	35.74	27.37	24.01	17.86	14.33	2.00	162.38	6.00	77.19	
3	41.07	35.74	27.37	24.01	17.86	2.00	2.00	150.05	5.00	76.03	
4	41.07	35.74	27.37	24.01	2.00	2.00	2.00	134.19	4.00	75.10	
5	41.07	35.74	27.37	2.00	2.00	2.00	2.00	112.18	3.00	69.09	
6	41.07	35.74	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	86.81	2.00	62.09	
7	41.07	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	53.07	1.00	53.07	
8											
9											
									Máximo VDC =	77.19	
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):							PCI =	100 - (Máx VDC o Total VD)			
							PCI =	22.81			
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO:							Muy malo				

• UNIDAD DE MUESTRA 07:

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES											
MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)											
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO EN VÍAS ASFALTADAS											
PROYECTO:	EVALUACION DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. VILLA HERMOSA, PPJJ MIGUEL GRAU - PAUCARPATA - AREQUIPA										
NOMBRE DE VÍA:	AVENIDA VILLA HERMOSA					UNIDAD DE MUESTRA:	UM-07-PCI				
EVALUADOR:	JOSE ARTURO MONRROY GARRIDO					LONG. DE TRAMO (m):	40.00				
PROG. INICIAL:	0+640.00					ANCHO DE VÍA (m):	6.00				
PROG. FINAL:	0+680.00					AREA DE LA UM (m2):	240.00				
LADO:	MARGEN DERECHO					FECHA DE EVAL:	1/08/2021				
DAÑOS EN PAVIMENTO ASFÁLTICO											
N°	DAÑO	CÓDIGO	UNIDAD								
1	Piel de cocodrilo	PC	m2								
2	Exudación	EX	m2								
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2								
4	Abultamientos y hundimientos	ABH	m								
5	Corrugación	COR	m2								
6	Depresión	DEP	m2								
7	Grieta de borde	GB	m								
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m								
9	Desnivel carril / berma	DN	m								
10	Grietas long. y transversales	GLT	m								
11	Parqueo	PA	m2								
12	Pulimento de agregados	PU	m2								
13	Huecos	HUE	und								
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2								
15	Ahuellamiento	AHU	m2								
16	Desplazamiento	DES	m2								
17	Grieta parabólica	GP	m2								
18	Hinchamiento	HN	m2								
19	Desprendimiento de agregados	DAG	m2								
MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)											
Baja			Low			L					
Media			Medium			M					
Alta			High			H					
CONDICIÓN DEL ESTADO DE PAVIMENTO											
PCI		CLASIFICACIÓN									
85	100	Excelente									
70	85	Muy bueno									
55	70	Bueno									
40	55	Regular									
25	40	Malo									
10	25	Muy malo									
0	10	Fallado									
ÍTEM	DAÑO	SEVERIDAD	UNIDAD	UBICACIÓN		ÁREA / LONGITUD / UNIDAD			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	
				X (m)	Y (m)	L (m)	A (m)	UNIDAD			
A	BLO	L	m2	2.64	22.88	3.06	3.94		12.06	12.06	
B	DEP	L	m2	3.01	10.54	2.32	2.49		5.78	5.78	
C	GB	L	m	0.22	33.69	9.08			9.08	27.26	
D	GB	L	m	0.21	17.25	9.16			9.16		
E	GB	L	m	5.86	16.46	9.02			9.02		
G	PA	H	m2	3.83	3.25	3.76	2.33		8.76	11.85	
H	PA	M	m2	4.37	39.53	1.65	1.87		3.09		
I	HUE	M	und	5.09	33.65			1.00	1.00	2.00	
J	HUE	H	und	1.38	7.93			1.00	1.00		
FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
BLO	L	m2	12.06	-	-	-	-	-	12.06	5.03	5.02
DEP	L	m	5.78	-	-	-	-	-	5.78	2.41	5.97
GB	L	m	9.08	9.16	9.02	-	-	-	27.26	11.36	5.20
PA	H	m2	8.76	-	-	-	-	-	8.76	3.65	33.40
PA	M	m2	3.09	-	-	-	-	-	3.09	1.29	11.32
HUE	M	und	1.00	-	-	-	-	-	1.00	0.42	17.86
HUE	H	und	1.00	-	-	-	-	-	1.00	0.42	36.52
									TOTAL		115.29
Número de valores deducidos > 2 (q):			7								
Valor deducido más alto (HVDI)			36.52								
Número máximo de valores deducidos (m)			7								
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$											
CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO											
N°	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC
1	36.52	33.40	17.86	11.32	5.97	5.20	5.02		115.29	7.00	56.65
2	36.52	33.40	17.86	11.32	5.97	5.20	2.00		112.27	6.00	55.14
3	36.52	33.40	17.86	11.32	5.97	2.00	2.00		109.07	5.00	56.54
4	36.52	33.40	17.86	11.32	2.00	2.00	2.00		105.10	4.00	59.55
5	36.52	33.40	17.86	2.00	2.00	2.00	2.00		95.78	3.00	60.47
6	36.52	33.40	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		79.92	2.00	57.94
7	36.52	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		48.52	1.00	48.52
8											
9											
Máximo VDC =											60.47
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):						PCI =	100 - (Máx VDC o Total VD)				
						PCI =	39.53				
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO:						Malo					



• UNIDAD DE MUESTRA 09:

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES												
MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)												
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO EN VÍAS ASFALTADAS												
PROYECTO:	EVALUACION DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. VILLA HERMOSA, PPJJ MIGUEL GRAU - PAUCARPATA - AREQUIPA											
NOMBRE DE VÍA:	AVENIDA VILLA HERMOSA					UNIDAD DE MUESTRA:	UM-09-PCI					
EVALUADOR:	JOSE ARTURO MONRROY GARRIDO					LONG. DE TRAMO (m):	40.00					
PROG. INICIAL:	0+880.00					ANCHO DE VÍA (m):	6.00					
PROG. FINAL:	0+920.00					AREA DE LA UM (m2):	240.00					
LADO:	MARGEN DERECHO					FECHA DE EVAL:	1/08/2021					
DAÑOS EN PAVIMENTO ASFÁLTICO				MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)								
N°	DAÑO	CÓDIGO	UNIDAD	Baja			Low			L		
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	Media			Medium <td colspan="2">M</td>			M		
2	Exudación	EX	m2	Alta			High <td colspan="2">H</td>			H		
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2									
4	Abultamientos y hundimientos	ABH	m									
5	Corrugación	COR	m2									
6	Depresión	DEP	m2									
7	Grieta de borde	GB	m									
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m									
9	Desnivel carril / berma	DN	m									
10	Grietas long. y transversales	GLT	m									
11	Parqueo	PA	m2									
12	Pulimento de agregados	PU	m2									
13	Huecos	HUE	und									
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2									
15	Ahuellamiento	AHU	m2									
16	Desplazamiento	DES	m2									
17	Grieta parabólica	GP	m2									
18	Hinchamiento	HN	m2									
19	Desprendimiento de agregados	DAG	m2									
CONDICIÓN DEL ESTADO DE PAVIMENTO												
PCI		CLASIFICACIÓN										
85	100	Excelente										
70	85	Muy bueno										
55	70	Bueno										
40	55	Regular										
25	40	Malo										
10	25	Muy malo										
0	10	Fallado										
ÍTEM	DAÑO	SEVERIDAD	UNIDAD	UBICACIÓN		ÁREA / LONGITUD / UNIDAD			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL		
A	PC	M	m2	X (m)	Y (m)	L (m)	A (m)	UNIDAD	PARCIALES	TOTAL		
B	BLO	L	m2	1.87	21.38	2.84	0.52		1.48	1.48		
C	DEP	L	m2	2.82	10.58	4.01	4.09		16.4	16.4		
D	GB	L	m	0.23	35.69	2.15	2.25		4.84	4.84		
E	GLT	L	m	0.26	18.31	9.63			9.63	9.63		
F	GLT	L	m	5.81	16.98	6.52			6.52	6.52		
G	PA	H	m2	2.83	31.64	7.54	1.22		9.2	9.2		
H	HUE	M	und	4.63	37.98			1.00	1.00	1.00		
I	DAG	M	m2	5.05	33.47	29.55	2.89		85.4	85.40		
FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
PC	M	m2	1.48	-	-	-	-	-	-	1.48	0.62	17.10
BLO	L	m2	16.40	-	-	-	-	-	-	16.40	6.83	6.20
DEP	L	m2	4.84	-	-	-	-	-	-	4.84	2.02	5.43
GB	L	m	9.63	-	-	-	-	-	-	9.63	4.01	3.60
GLT	L	m	6.52	-	-	-	-	-	-	6.52	2.72	1.47
PA	H	m2	9.20	-	-	-	-	-	-	9.20	3.83	34.12
HUE	M	und	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00	0.42	17.86
DAG	M	m2	85.40	-	-	-	-	-	-	85.40	35.58	31.69
										TOTAL	117.47	
Número de valores deducidos > 2 (q):			7									
Valor deducido más alto (HVDi)			34.12									
Número máximo de valores deducidos (m)			7									
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$												
CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO												
N°	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC	
1	34.12	31.69	17.86	17.10	6.50	5.43	3.60		116.30	7.00	57.15	
2	34.12	31.69	17.86	17.10	6.50	5.43	2.00		114.70	6.00	56.35	
3	34.12	31.69	17.86	17.10	6.50	2.00	2.00		111.27	5.00	57.64	
4	34.12	31.69	17.86	17.10	2.00	2.00	2.00		106.77	4.00	60.39	
5	34.12	31.69	17.86	2.00	2.00	2.00	2.00		91.67	3.00	58.00	
6	34.12	31.69	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		75.81	2.00	55.07	
7	34.12	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		46.12	1.00	46.12	
8												
9												
Máximo VDC =											60.39	
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):						PCI =	100 - (Máx VDC o Total VD)					
						PCI =	39.61					
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO:						Malo						

• UNIDAD DE MUESTRA 10:

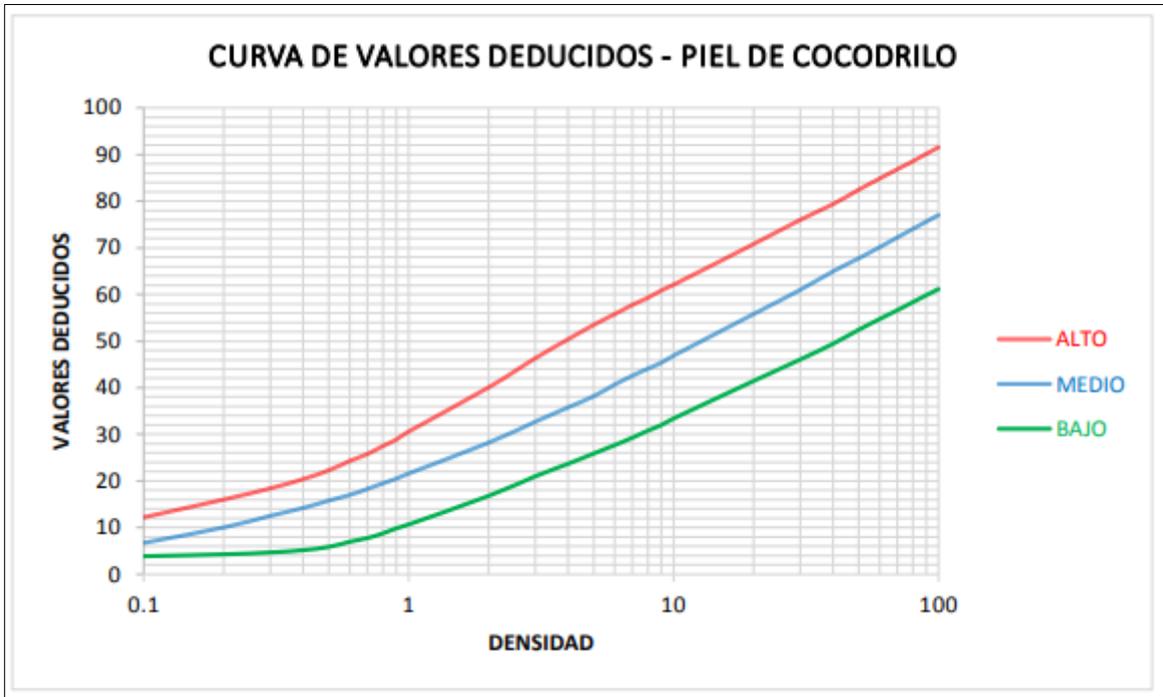
EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES											
MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)											
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO EN VÍAS ASFALTADAS											
PROYECTO:	EVALUACION DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. VILLA HERMOSA, PPJJ MIGUEL GRAU - PAUCARPATA - AREQUIPA										
NOMBRE DE VÍA:	AVENIDA VILLA HERMOSA				UNIDAD DE MUESTRA:	UM-10-PCI					
EVALUADOR:	JOSE ARTURO MONRROY GARRIDO				LONG. DE TRAMO (m):	40.00					
PROG. INICIAL:	1+000.00				ANCHO DE VÍA (m):	6.00					
PROG. FINAL:	1+040.00				AREA DE LA UM (m2):	240.00					
LADO:	MARGEN DERECHO				FECHA DE EVAL:	1/08/2021					
DAÑOS EN PAVIMENTO ASFÁLTICO											
Nº	DAÑO	CÓDIGO	UNIDAD	MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)							
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	Baja	Low	L					
2	Exudación	EX	m2	Media	Medium	M					
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2	Alta	High	H					
4	Abultamientos y hundimientos	ABH	m								
5	Corrugación	COR	m2								
6	Depresión	DEP	m2								
7	Grieta de borde	GB	m								
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m								
9	Desnivel carril / berma	DN	m								
10	Grietas long. y transversales	GLT	m								
11	Parqueo	PA	m2								
12	Pulimento de agregados	PU	m2								
13	Huecos	HUE	und								
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2								
15	Ahuellamiento	AHU	m2								
16	Desplazamiento	DES	m2								
17	Grieta parabólica	GP	m2								
18	Hinchamiento	HN	m2								
19	Desprendimiento de agregados	DAG	m2								
CONDICIÓN DEL ESTADO DE PAVIMENTO											
PCI		CLASIFICACIÓN									
85	100	Excelente									
70	85	Muy bueno									
55	70	Bueno									
40	55	Regular									
25	40	Malo									
10	25	Muy malo									
0	10	Fallado									
ÍTEM	DAÑO	SEVERIDAD	UNIDAD	UBICACIÓN		ÁREA / LONGITUD / UNIDAD			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	
A	BLO	L	m2	X (m)	Y (m)	L (m)	A (m)	UNIDAD	12	12	
B	DEP	L	m2	2.61	22.65	3.07	3.91		5.55	5.55	
C	GB	L	m	0.21	33.28	9.09			9.09	27.34	
D	GB	L	m	0.19	17.36	9.18			9.18		
E	GB	L	m	5.84	16.41	9.07			9.07		
G	PA	H	m2	3.81	3.29	3.77	2.24		8.44	11.52	
H	PA	M	m2	4.35	38.47	1.69	1.82		3.08		
I	HUE	M	und	5.07	34.56			1.00	1.00	2.00	
J	HUE	H	und	1.32	7.92			1.00	1.00		
FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
BLO	L	m2	12.00	-	-	-	-	-	12.00	5.00	5.00
DEP	L	m	5.55	-	-	-	-	-	5.55	2.31	5.83
GB	L	m	9.09	9.18	9.07	-	-	-	27.34	11.39	5.21
PA	H	m2	8.44	-	-	-	-	-	8.44	3.52	32.88
PA	M	m2	3.08	-	-	-	-	-	3.08	1.28	11.28
HUE	M	und	1.00	-	-	-	-	-	1.00	0.42	17.86
HUE	H	und	1.00	-	-	-	-	-	1.00	0.42	36.52
									<b>TOTAL</b>		114.58
Número de valores deducidos > 2 (q):			7								
Valor deducido más alto (HVDi)			36.52								
Número máximo de valores deducidos (m)			7								
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$											
CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO											
Nº	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC					
1	36.52	32.88	17.86	11.28	5.83	5.21	5.00	114.58	7.00	56.29	
2	36.52	32.88	17.86	11.28	5.83	5.21	2.00	111.58	6.00	54.79	
3	36.52	32.88	17.86	11.28	5.83	2.00	2.00	108.37	5.00	56.19	
4	36.52	32.88	17.86	11.28	2.00	2.00	2.00	104.54	4.00	59.27	
5	36.52	32.88	17.86	2.00	2.00	2.00	2.00	95.26	3.00	60.16	
6	36.52	32.88	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	79.40	2.00	57.58	
7	36.52	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	48.52	1.00	48.52	
8											
9											
										Máximo VDC =	60.16
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):				PCI = 100 - (Máx VDC o Total VD)							
				PCI = 39.84							
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO:				Malo							

• UNIDAD DE MUESTRA 11:

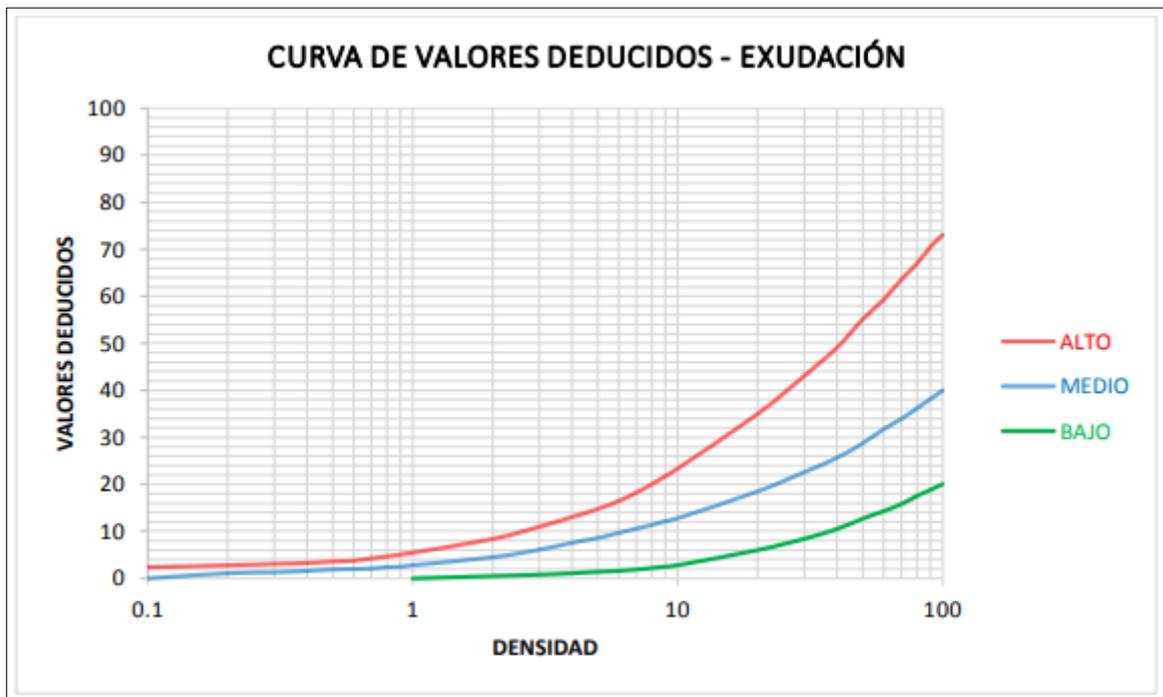
EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES																	
MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)																	
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO EN VÍAS ASFALTADAS																	
PROYECTO:	EVALUACION DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. VILLA HERMOSA, PPJJ MIGUEL GRAU - PAUCARPATA - AREQUIPA																
NOMBRE DE VÍA:	AVENIDA VILLA HERMOSA					UNIDAD DE MUESTRA:	UM-11-PCI										
EVALUADOR:	JOSE ARTURO MONRROY GARRIDO					LONG. DE TRAMO (m):	40.00										
PROG. INICIAL:	1+160.00					ANCHO DE VÍA (m):	6.00										
PROG. FINAL:	1+200.00					AREA DE LA UM (m2):	240.00										
LADO:	MARGEN DERECHO					FECHA DE EVAL:	1/08/2021										
DAÑOS EN PAVIMENTO ASFÁLTICO																	
Nº	DAÑO	CÓDIGO	UNIDAD	MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)													
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	Baja	Low	L											
2	Exudación	EX	m2	Media	Medium	M											
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2	Alta	High	H											
4	Abultamientos y hundimientos	ABH	m														
5	Corrugación	COR	m2														
6	Depresión	DEP	m2														
7	Grieta de borde	GB	m														
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m														
9	Desnivel carril / berma	DN	m														
10	Grietas long. y transversales	GLT	m														
11	Parqueo	PA	m2														
12	Pulimento de agregados	PU	m2														
13	Huecos	HUE	und														
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2														
15	Ahuellamiento	AHU	m2														
16	Desplazamiento	DES	m2														
17	Grieta parabólica	GP	m2														
18	Hinchamiento	HN	m2														
19	Desprendimiento de agregados	DAG	m2														
CONDICIÓN DEL ESTADO DE PAVIMENTO																	
PCI						CLASIFICACIÓN											
85						100						Excelente					
70						85						Muy bueno					
55						70						Bueno					
40						55						Regular					
25						40						Malo					
10						25						Muy malo					
0						10						Fallado					
ÍTEM	DAÑO	SEVERIDAD	UNIDAD	UBICACIÓN		ÁREA / LONGITUD / UNIDAD			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL							
A	PC	M	m2	X (m)	Y (m)	L (m)	A (m)	UNIDAD									
B	BLO	L	m2	1.78	22.83	2.16	0.45		0.97	0.97							
C	DEP	L	m2	2.97	10.46	4.11	3.95		16.23	16.23							
D	GB	L	m	0.19	34.62	2.16	2.58		5.57	5.57							
E	GLT	L	m	0.24	17.24	7.63			7.63	7.63							
F	GLT	L	m	5.83	17.45	4.99			4.99	4.99							
G	PA	H	m2	2.81	31.61	7.66	1.25		9.58	9.58							
H	HUE	M	und	4.64	38.65			1.00	1.00	1.00							
I	DAG	M	m2	5.06	33.55	32.68	3.09		100.98	100.98							
FALLA	SEVERIDAD	UNIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO					
PC	M	m2	0.97	-	-	-	-	-	-	0.97	0.40	13.50					
BLO	L	m2	16.23	-	-	-	-	-	-	16.23	6.76	6.16					
DEP	L	m2	5.57	-	-	-	-	-	-	5.57	2.32	5.85					
GB	L	m	7.63	-	-	-	-	-	-	7.63	3.18	3.44					
GLT	L	m	4.99	-	-	-	-	-	-	4.99	2.08	0.25					
PA	H	m2	9.58	-	-	-	-	-	-	9.58	3.99	34.76					
HUE	M	und	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00	0.42	17.86					
DAG	M	m2	100.98	-	-	-	-	-	-	100.98	42.08	33.62					
										<b>TOTAL</b>		115.44					
Número de valores deducidos > 2 (q):			7														
Valor deducido más alto (HVDi)			34.76														
Número máximo de valores deducidos (m)			7														
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$																	
CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO																	
Nº	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC						
1	34.76	33.62	17.86	13.50	6.16	5.85	3.44		115.19	7.00	56.60						
2	34.76	33.62	17.86	13.50	6.16	5.85	2.00		113.75	6.00	55.88						
3	34.76	33.62	17.86	13.50	6.16	2.00	2.00		109.90	5.00	56.95						
4	34.76	33.62	17.86	13.50	2.00	2.00	2.00		105.74	4.00	59.87						
5	34.76	33.62	17.86	2.00	2.00	2.00	2.00		94.24	3.00	59.54						
6	34.76	33.62	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		78.38	2.00	56.87						
7	34.76	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		46.76	1.00	46.76						
8																	
9																	
<b>Máximo VDC =</b>											59.87						
<b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):</b>						PCI =	100 - (Máx VDC o Total VD)										
						PCI =	40.13										
<b>CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO:</b>						<b>Regular</b>											

## 9.2. CURVAS DE VALORES DEDUCIDOS – METODO DEL PCI

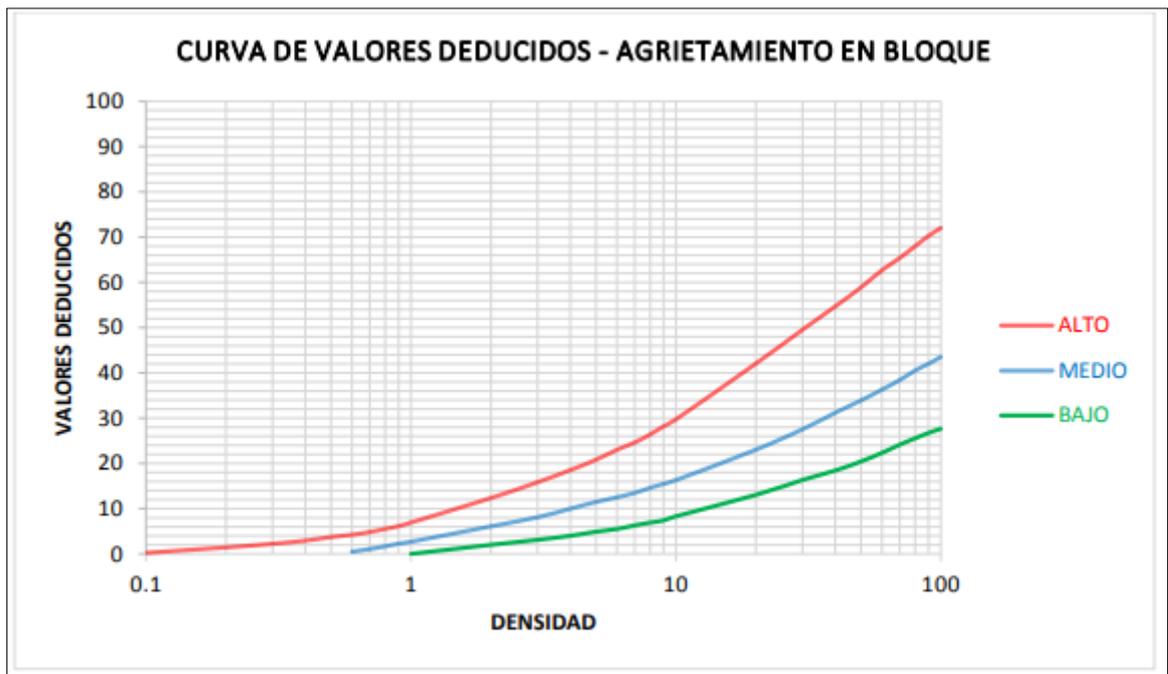
### 9.2.1. Falla tipo piel de cocodrilo



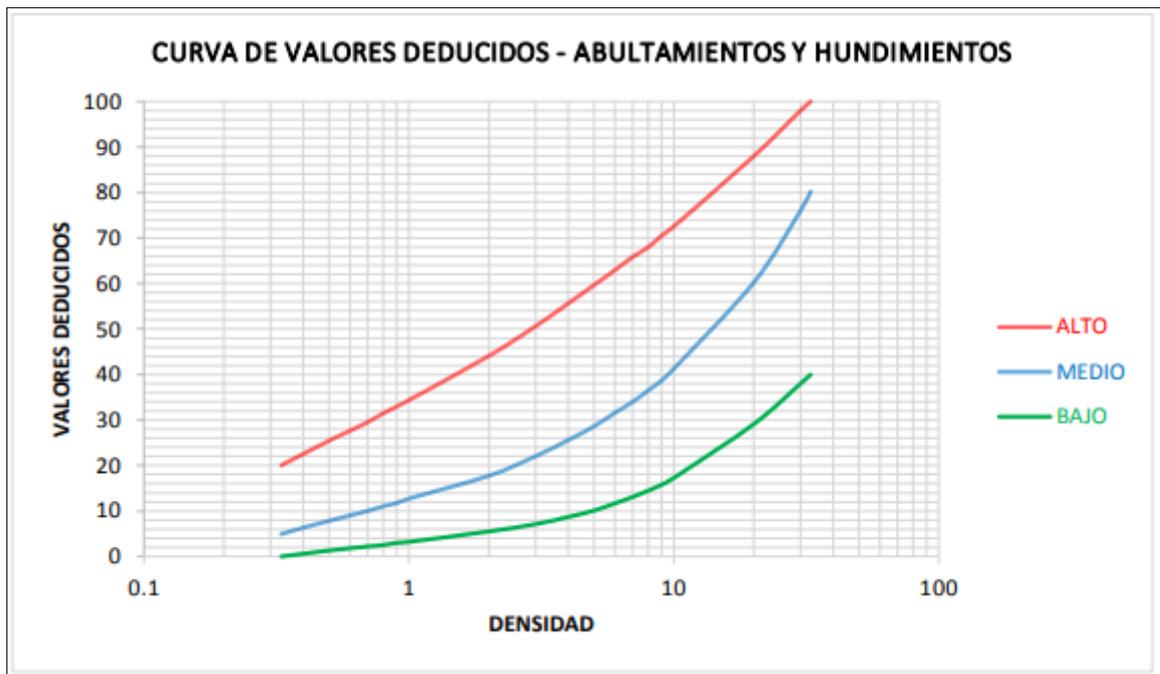
### 9.2.2. Falla tipo exudación



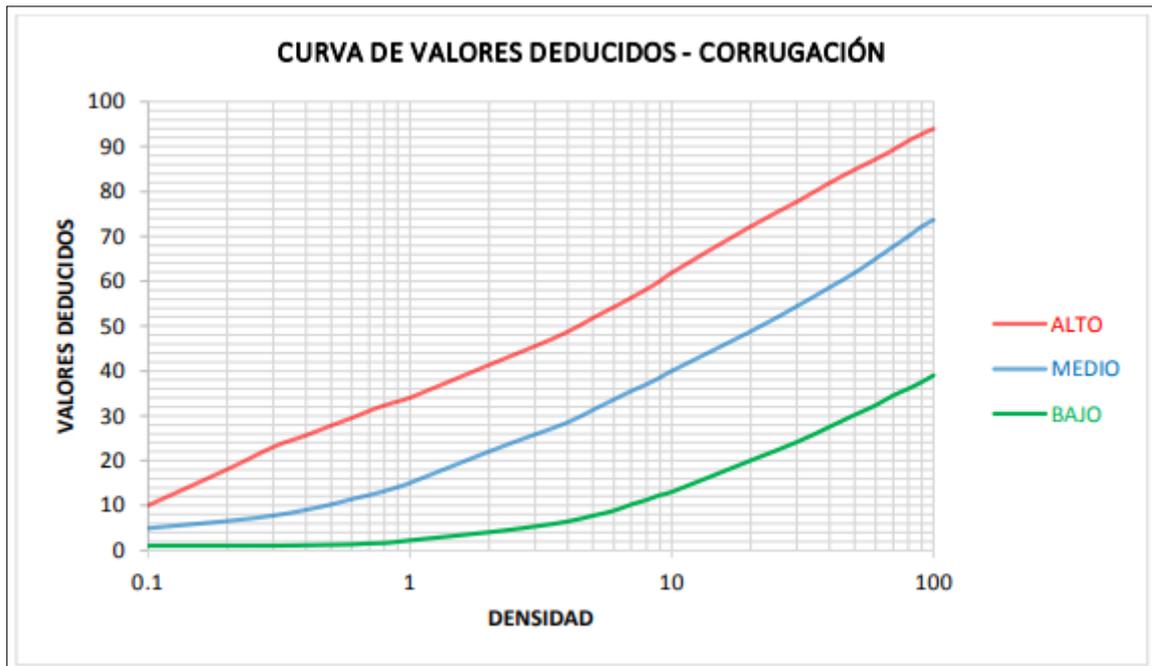
### 9.2.3. Falla tipo agrietamiento en bloque



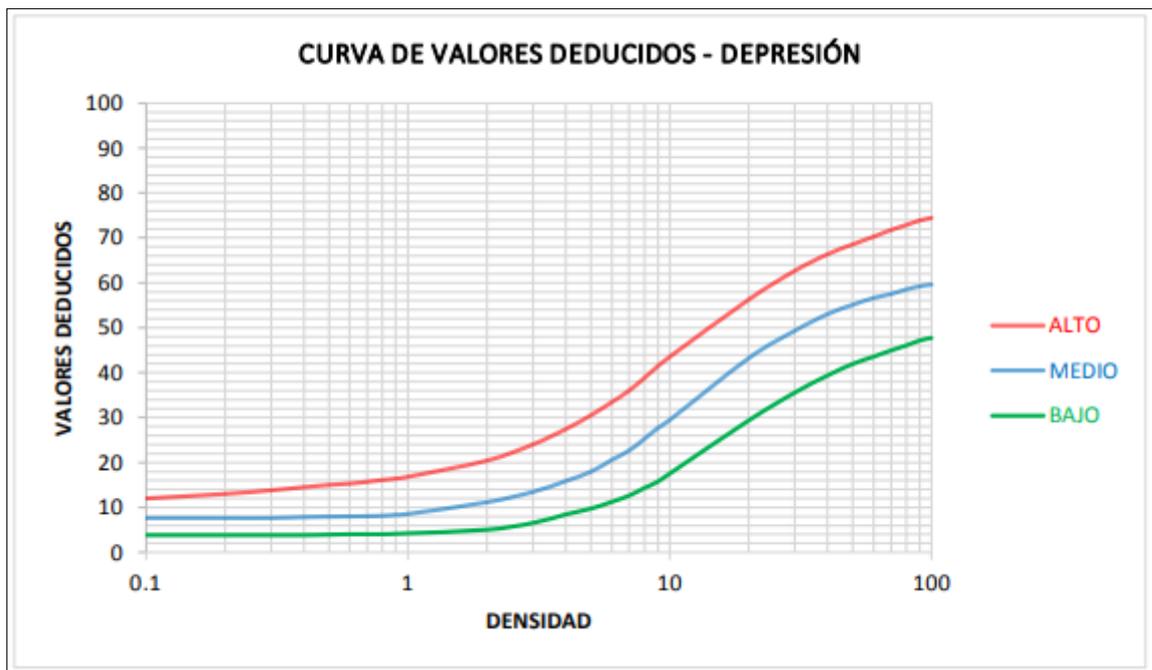
### 9.2.4. Falla tipo abultamientos y hundimientos



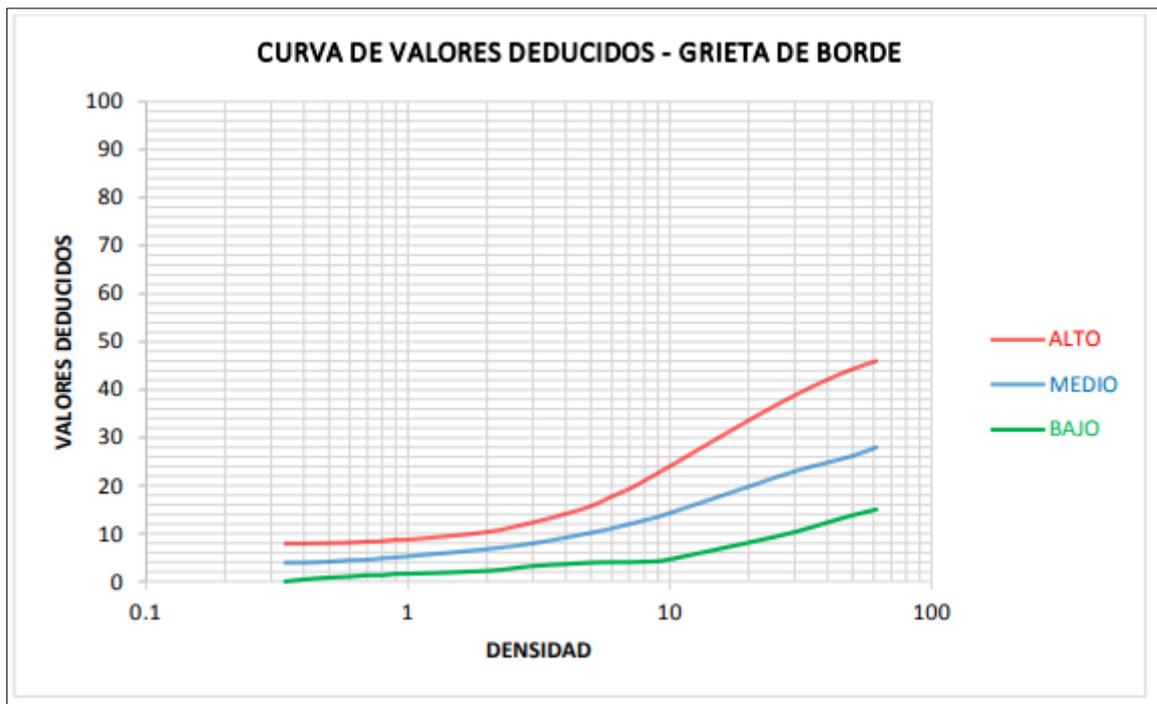
### 9.2.5. Falla tipo corrugación



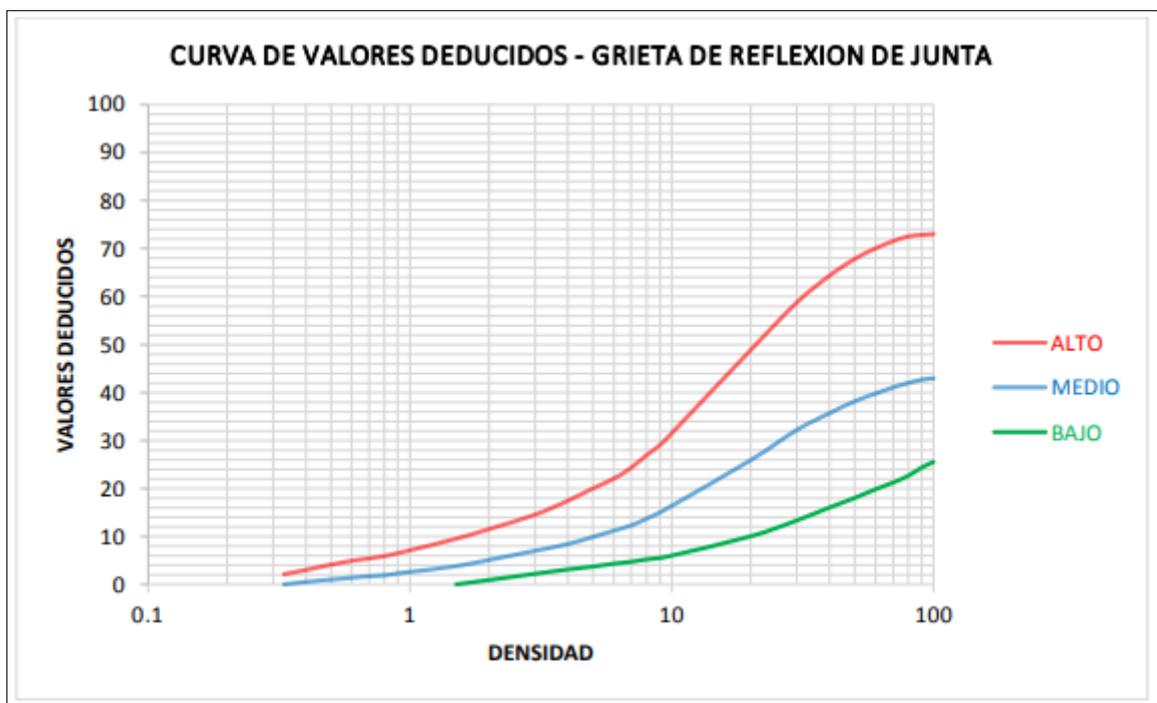
### 9.2.6. Falla tipo depresión



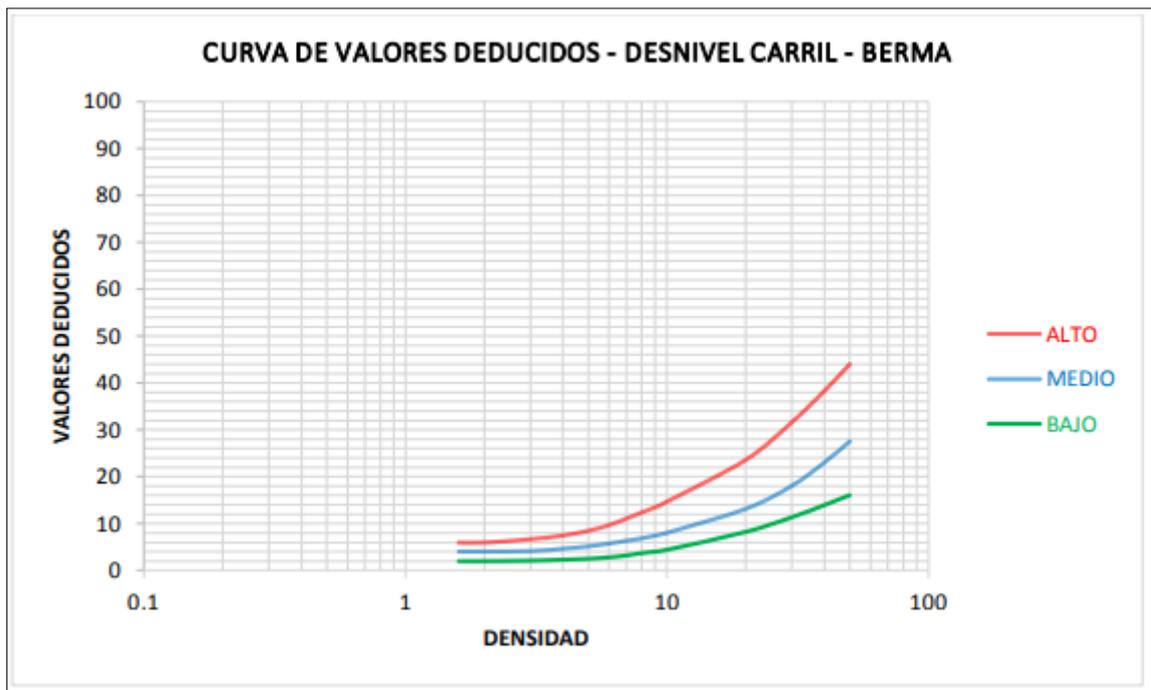
### 9.2.7. Falla tipo grieta de borde



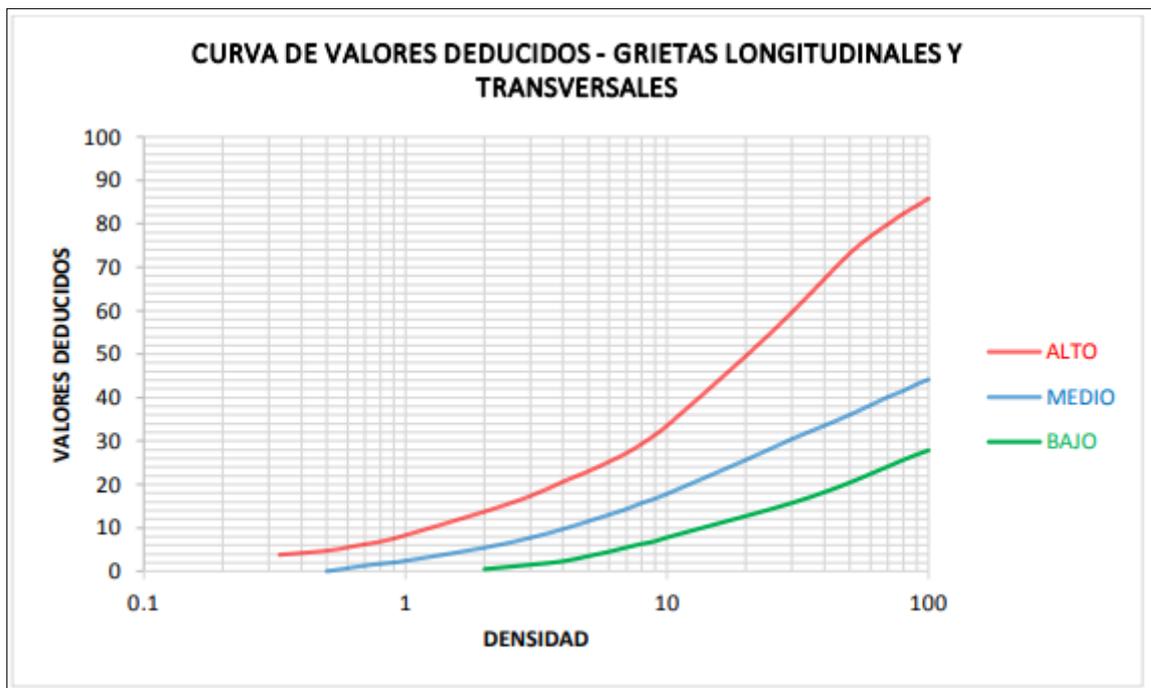
### 9.2.8. Falla tipo piel de cocodrilo



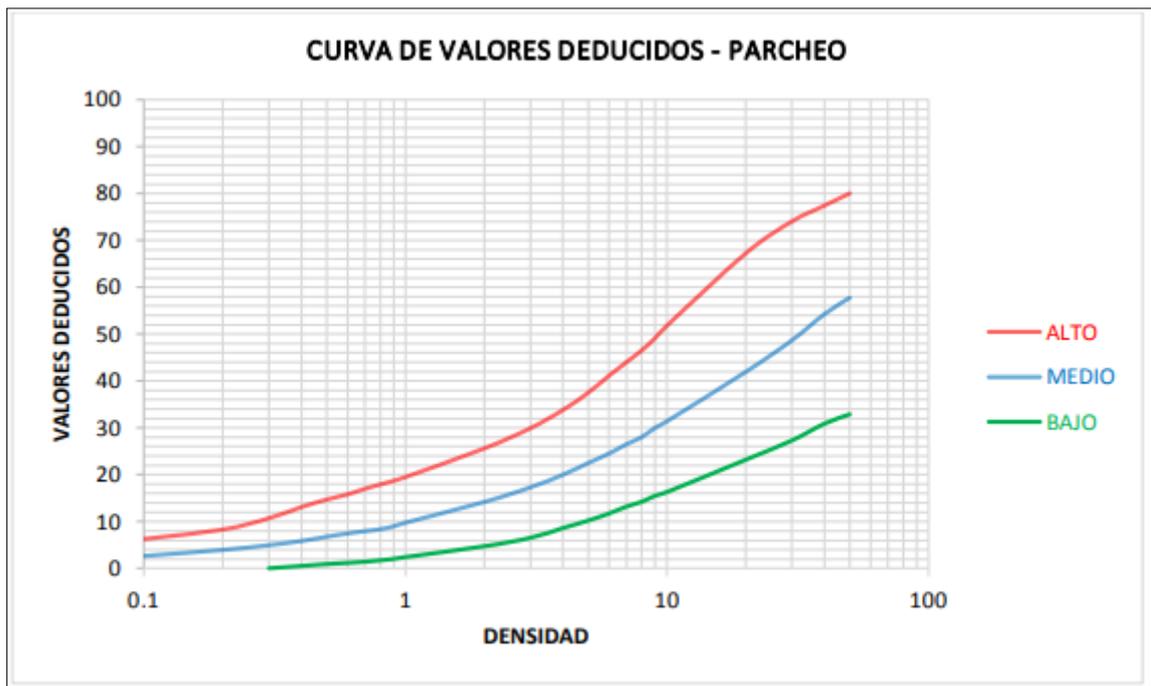
### 9.2.9. Falla tipo desnivel carril – berma



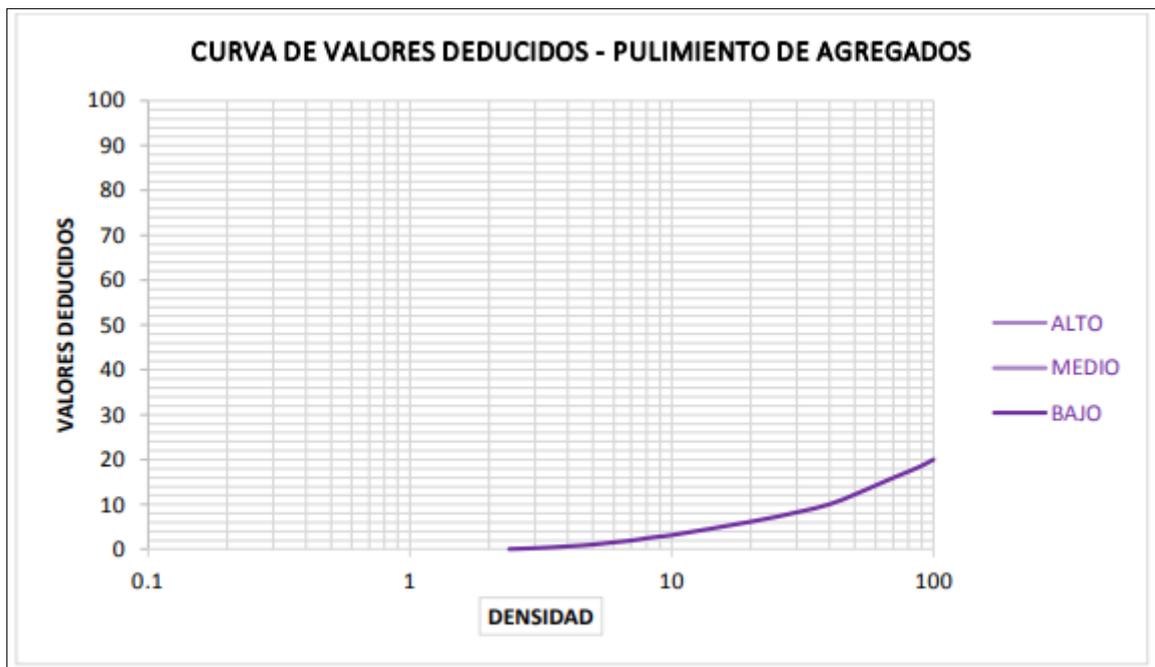
### 9.2.10. Falla tipo grietas longitudinales y transversales



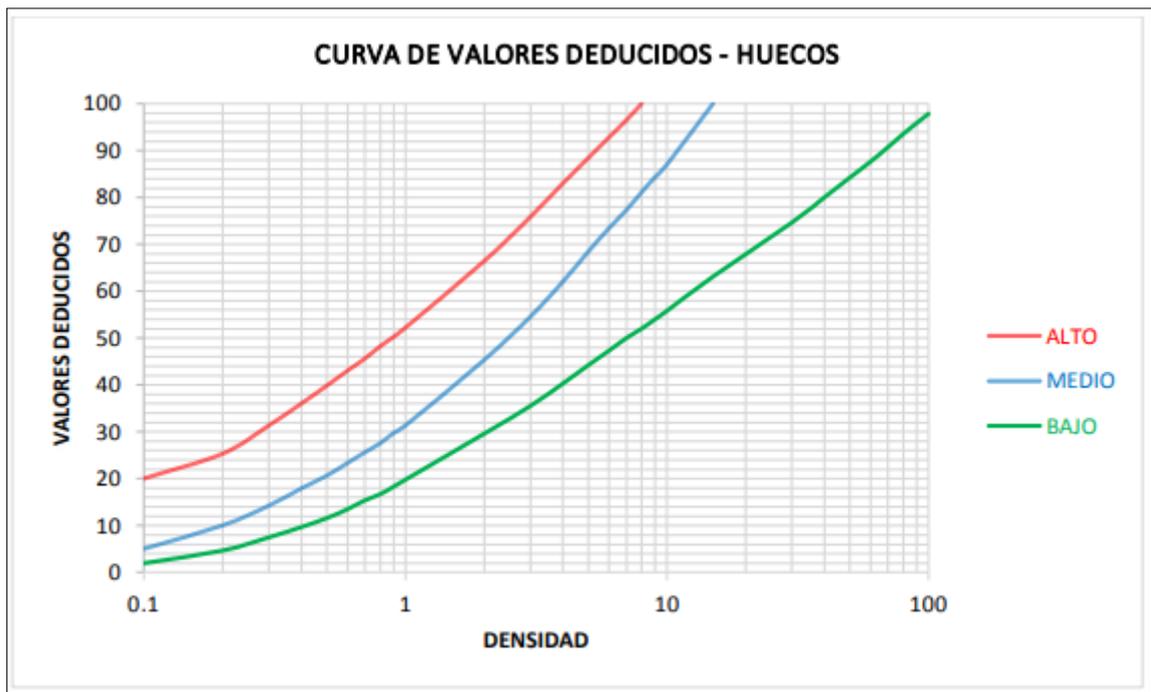
### 9.2.11. Falla tipo parcheo



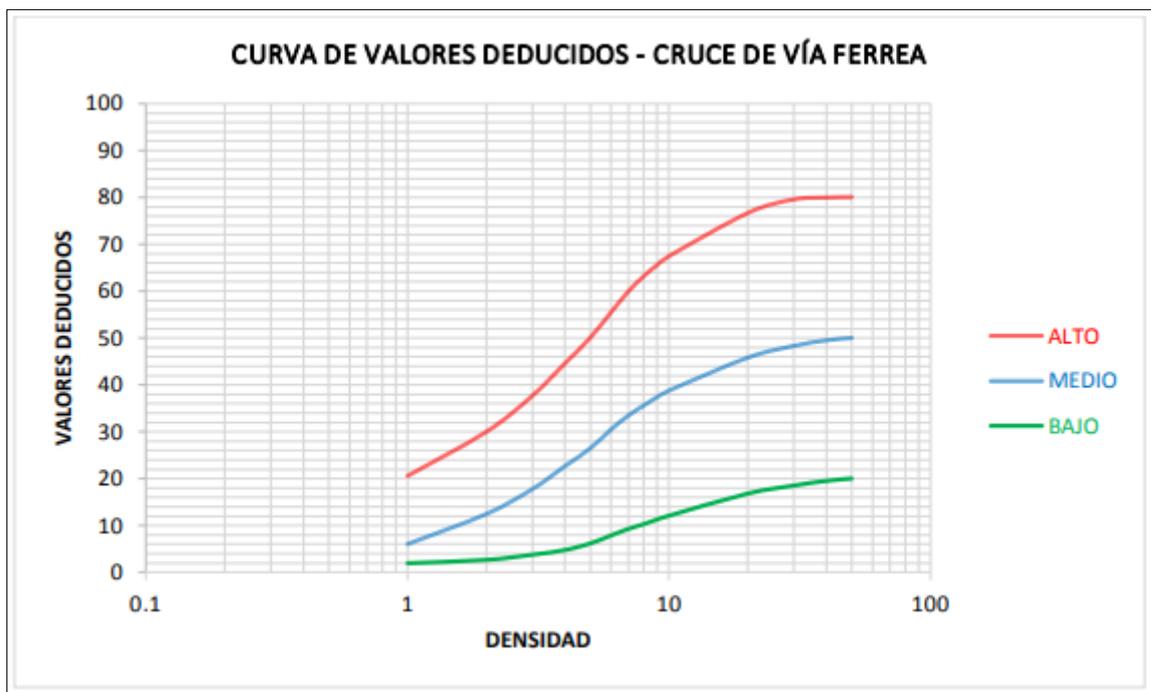
### 9.2.12. Falla tipo pulimento de agregados



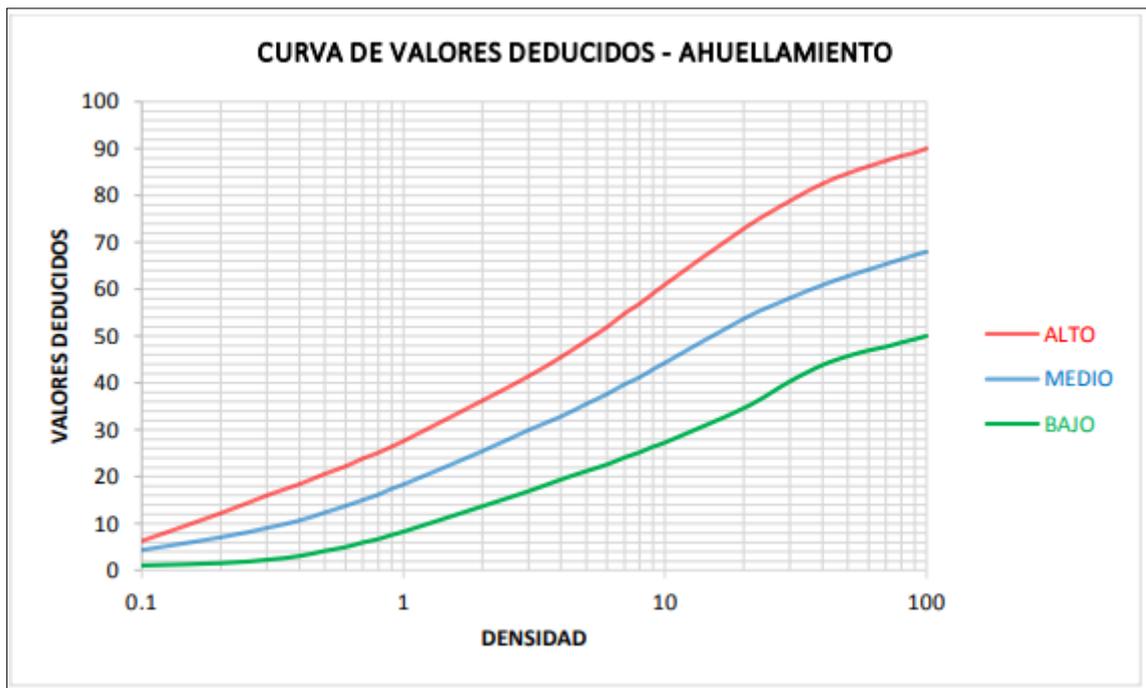
### 9.2.13. Falla tipo huecos



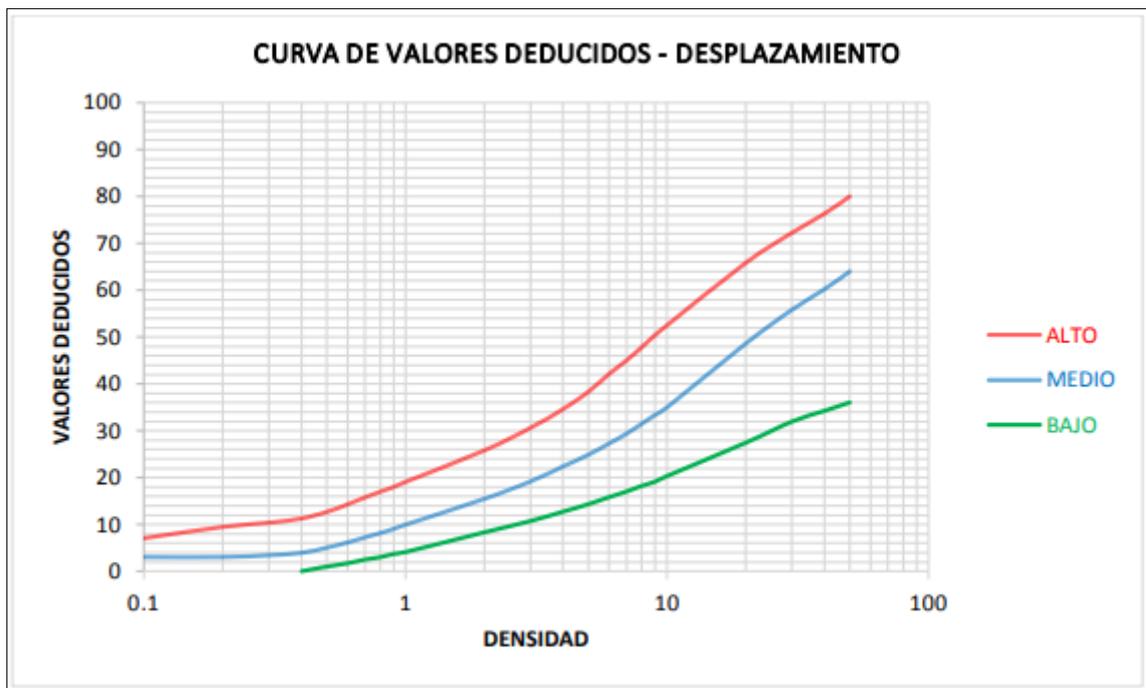
### 9.2.14. Falla tipo cruce de vía férrea



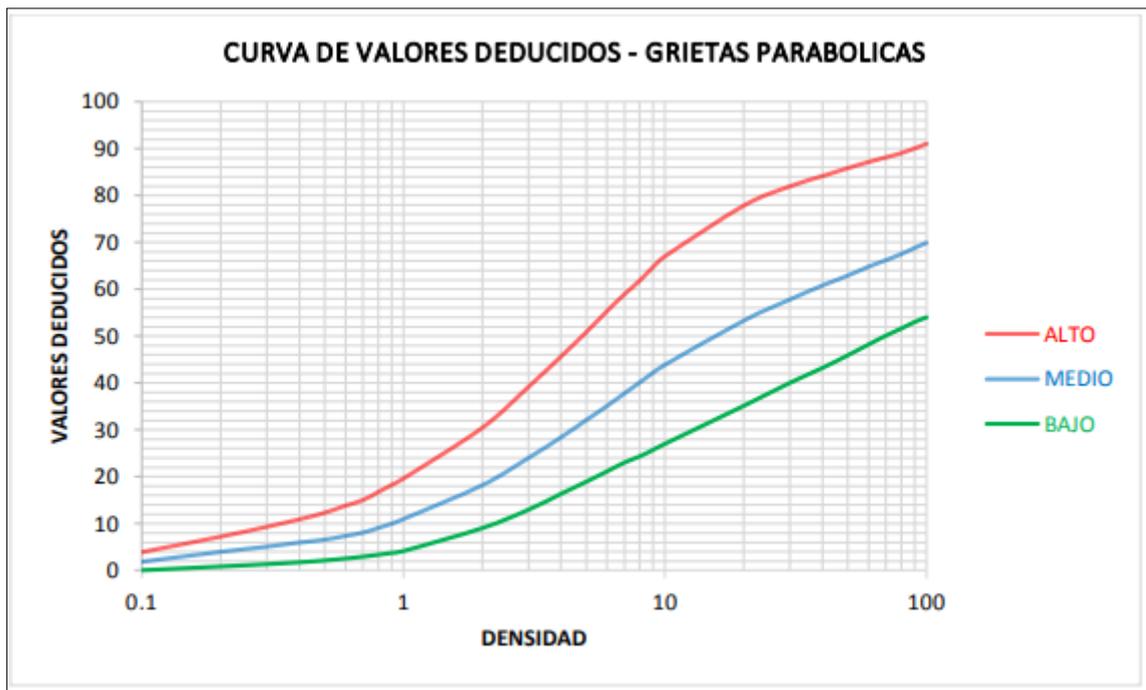
### 9.2.15. Falla tipo ahuellamiento



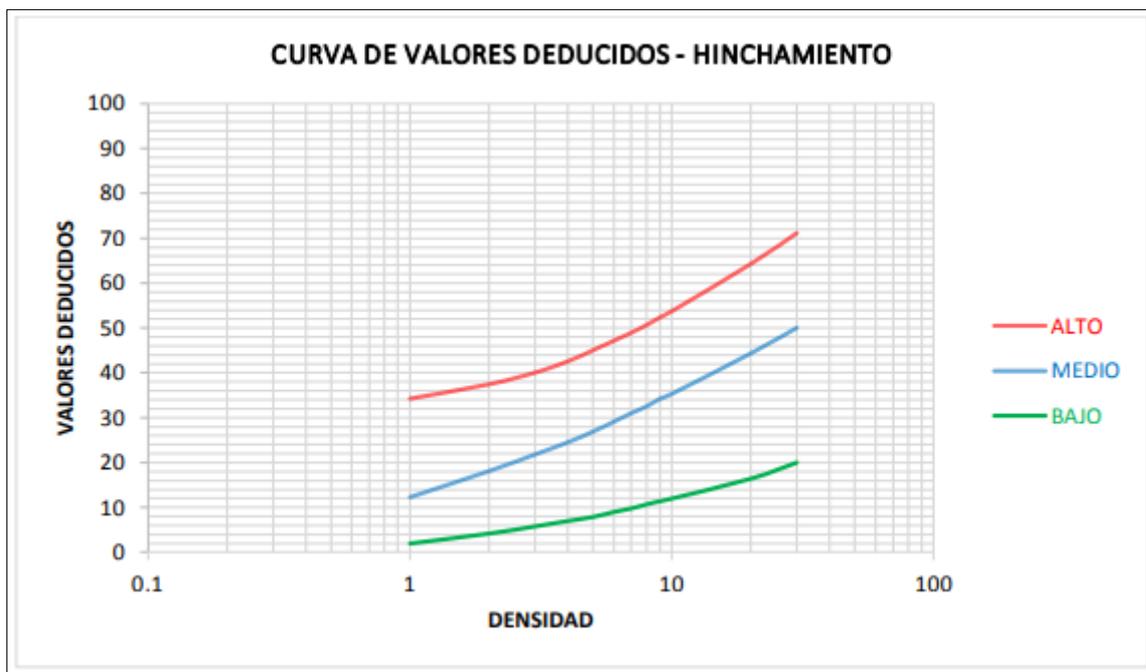
### 9.2.16. Falla tipo desplazamiento



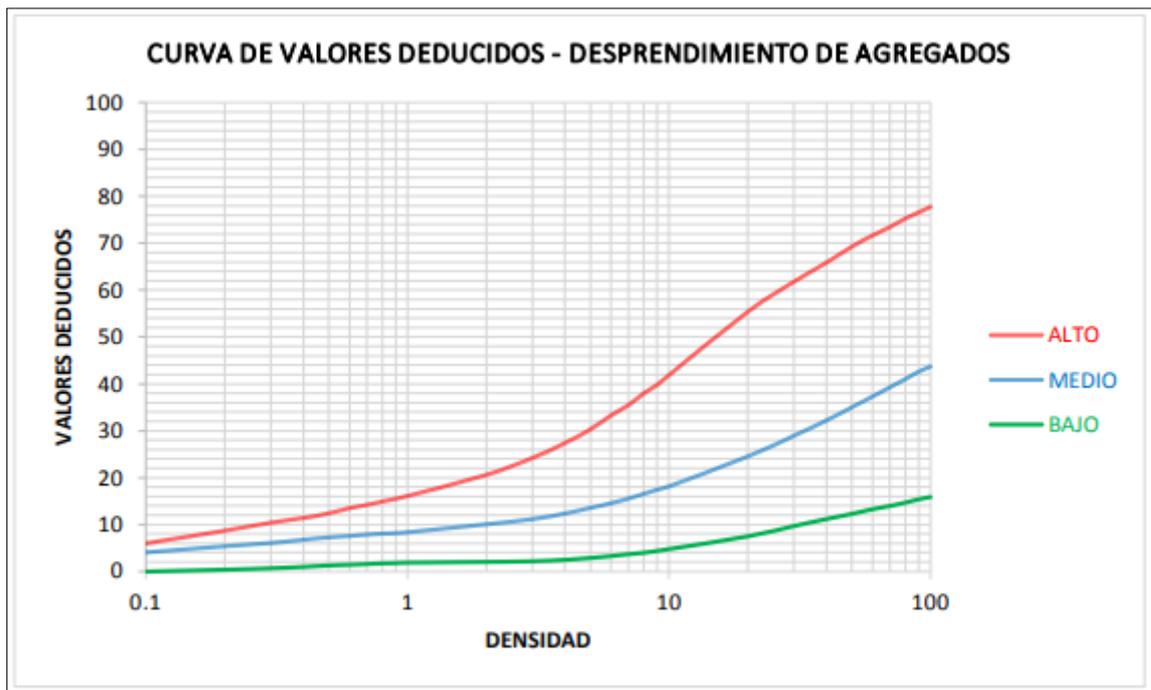
### 9.2.17. Falla tipo grietas parabólicas



### 9.2.18. Falla tipo hinchamiento

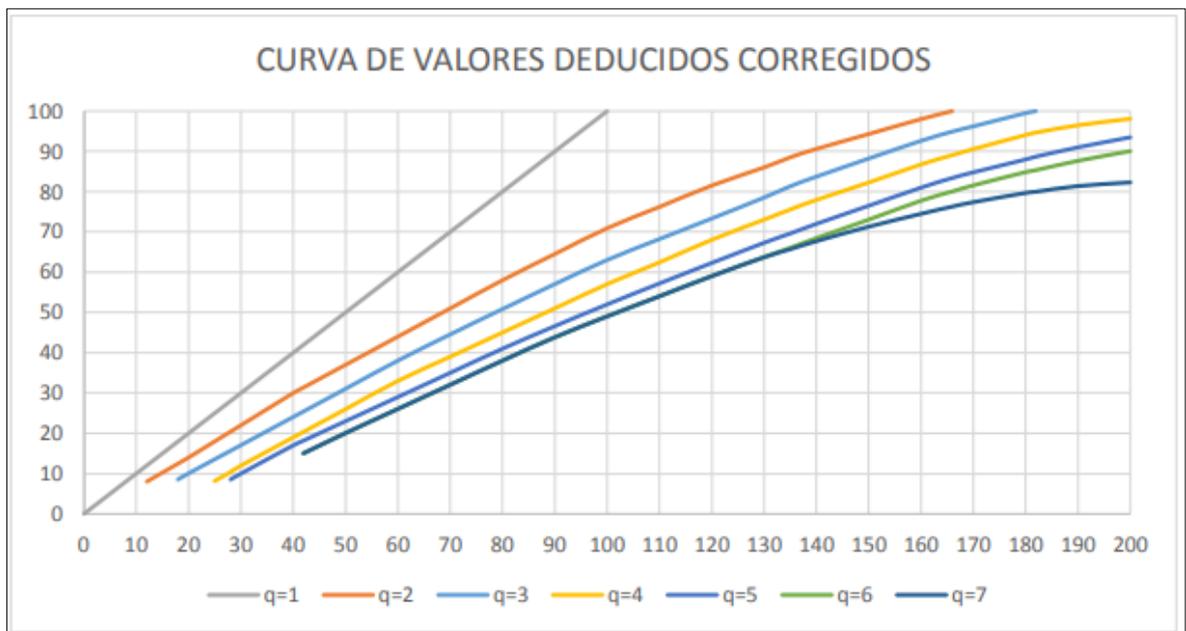


### 9.2.19. Falla tipo desprendimiento de agregados



### 9.3. CURVA DE VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS

#### 9.3.1. Falla tipo pulimento de agregados



#### 9.4. PANEL FOTOGRAFICO EN CAMPO



Fotografía N° 01: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 02 y 03: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 04: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 05: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 06: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 07: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 08: Levantamiento de información en campo.  
Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 09: Levantamiento de información en campo.  
Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 10: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 11: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 12: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 13: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 14: Levantamiento de información en campo.  
Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 15: Levantamiento de información en campo.  
Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 16: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 17: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 18: Levantamiento de información en campo.  
Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 19: Levantamiento de información en campo.  
Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 20: Levantamiento de información en campo.  
Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 21: Levantamiento de información en campo.  
Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 22: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 23: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 24: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 25: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 26: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 27: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 28: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 29: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 30: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 31: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 32: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 33: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 34: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 35: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 36: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



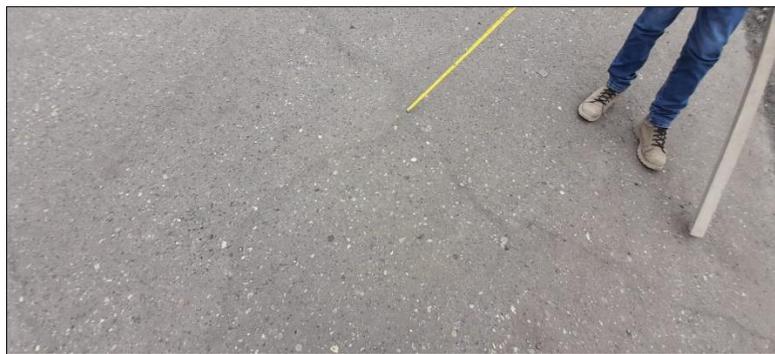
Fotografía N° 37: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 38: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 39: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 40: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 41: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 42: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



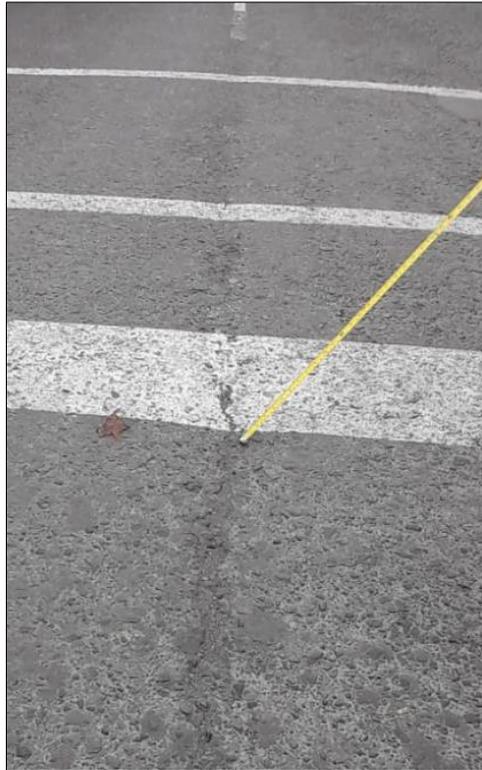
Fotografía N° 43: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 44: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 45: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 46: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 47: Levantamiento de información en campo.  
Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 48: Levantamiento de información en campo.  
Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 49: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 50: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.



Fotografía N° 51: Levantamiento de información en campo.

Fuente: Obtención propia en zona de estudio.